

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS PROFESIONAL:

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA
A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE TABICÓN DE
CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA NATURAL
DE BAGAZO DE MAGUEY CUISHE DE SAN SIMÓN
ALMOLONGAS, OAXACA.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

DE PAZ MONTES URIEL FELIPE

ASESOR:

M.A EDGAR ALBERTO CORTÉS JIMÉNEZ

COMISIÓN REVISORA:

**DR. ARTURO EMANUEL RAMÍREZ ORTIZ
DR. ESTEVAN LÓPEZ VÁSQUEZ**

OAXACA DE JUÁREZ, OAXACA

DICIEMBRE 2022



Av. Ing. Víctor Bravo Ahuja #125 esq. Clz. Tecnológico. C.P. 68030. Oaxaca. Oax.
Tels. (951) 5015016, Conmut. Ext. 201, e-mail: dir_oaxaca@tecnm.mx
www.itoaxaca.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto de investigación se lo dedico y se lo agradezco principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Agradezco a mis padres **Pedro Felipe De paz Hernández** y **Jovita Montes Aguilar** por estar siempre conmigo, por apoyarme en todo momento, por estar en los momentos más complicados, por ser el principal promotor de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradezco con mucho cariño a mis hermanos quienes han estado siempre a mi lado, quiero estar eternamente agradecido, por ser tan responsables y sobre todo por ser unas personas de los más humildes y de lo más amables.

Quiero agradecer al **Instituto Tecnológico de Oaxaca** por haberme aceptado y formar parte de su comunidad, en donde siempre la defenderé tan dignamente pues es para mí, mi segunda casa.

Agradezco a la **Carrera de Ingeniería Civil** por haber permitido mi formación académica como humano, aquí sacie mi sed de conocimiento... Gracias infinitas.

A mis asesores

M.A. Edgar Alberto Cortés Jiménez, por haber depositado su confianza en mí, para este proyecto, que siempre estuvo al pendiente de cada detalle, por su apoyo y paciencia... Gracias.

Dr. Arturo Emanuel Ramírez Ortiz, por sus comentarios y por todas las disposiciones otorgadas en el laboratorio de ingeniería civil, sin su ayuda no hubiera podido realizarla, mi agradecimiento sincero por siempre.

Dr. Esteban López Vásquez por sus aportaciones en el proyecto y estar siempre dispuesto a brindarme su ayuda y apoyo en la realización del proyecto

A mis profesores

Dr. Ricardo Carrillo Maciel por su interés en el tema y sus comentarios...Gracias.

M.I. Raquel López Celis por su aportación e interés por el tema...Gracias.

M.C. Francisco Hernández Moreno que desde que la conocí siempre fue una persona sincera y amigable, por su contribución a este tema de residencia profesional... Gracias.

RESUMEN

El tabicón de concreto es un material de construcción que ha sido ampliamente utilizado en muchas de las regiones del estado de Oaxaca, México y el mundo, por lo que, ante el avance del cambio climático, se convierte en una oportunidad para modificarlo con la adición de fibra natural, con el fin de mejorar su resistencia a la compresión, propiedades mecánicas que ante los eventos sísmicos no han sido una condición favorable para el mismo, razón principal por la que se plantea esta propuesta.

En el Capítulo I introducción se presentan la importancia de la implementación de un “tabicón” adicionado con fibra y elaborado con cemento arena. En el Capítulo II, se demuestra con la ayuda del Marco teórico la importancia de la implantación del uso de fibras de bagazo de maguey en el uso del tabique o tabicón pesado para el uso. En el Capítulo III se realizarán el procedimiento y la descripción de las actividades realizadas como también se demuestran los datos de los resultados de las prácticas realizadas en este el proyecto El Capítulo IV establecemos los resultados entre los “tabicones” comunes y un tabicón elaborado con fibra natural de bagazo de maguey. Y finalmente establecemos los resultados y conclusiones.

De acuerdo a los resultados que obtuvieron de resistencia mecánica a la compresión simple que se le realizaron en el laboratorio del instituto tecnológico de Oaxaca que se le hicieron a los tabicones a los 7, 14, 28 y 56 días de acuerdo a su fecha de fabricación de cada tabicón observamos que su resistencia aumenta conforme a los días de curado, además podemos darnos cuenta que los tabicones que alcanzaron una mejor resistencia a la compresión simple son los de que contienen 1.5% de fibra de bagazo de maguey cuishe. Además, se presentas distintas tablas y graficas de los diferentes resultados de compresión realizados a los diferentes tipos de diseños de mezclas que contienen los tabicones, se realizaron diferentes pruebas preliminares con el fin de encontrar el diseño de mezcla adicionado con fibra de bagazo de maguey cuishe ideal para la realización de tabicones adicionados con fibra con dimensiones de 10x14x28 cm.

En los anexos se encuentran las prácticas de laboratorio, las cuales se realizaron tomando como referencia el manual de prácticas de la materia de tecnología del concreto, así como las normas mexicanas correspondientes; Los reportes de prácticas incluyen el reporte fotográfico del procedimiento y los cálculos realizados.

El ingeniero ideal es un compuesto... No es un científico, no es un matemático, no es un sociólogo ni un escritor; pero puede usar el conocimiento y las técnicas de cualquiera o todas estas disciplinas para resolver problemas de ingeniería.

Nathan W. Dougherty

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	ii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ÁREA DE TRABAJO	3
1.1.1 Política de calidad	5
1.1.2 Misión.....	5
1.1.3 Visión	5
1.1.4 Valores	5
1.1.5 Estructura organizacional	6
1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	7
1.2.1 Croquis del departamento	8
1.3 PROBLEMAS A RESOLVER	8
1.3.1 Ventajas	9
1.3.2 Desventajas	9
1.3.3 Importancia del tabicón adicionado con fibra natural	9
1.4 OBJETIVOS	10
1.4.1 Objetivo general	10
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	11
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	12
2.1 CONCRETO.....	12
2.1.1 Cemento.....	12
2.1.2 Agregados	13
2.1.3 Agua.....	14
2.2 PIEZAS DE MORTERO	14
2.2.1 Tabicón de concreto	15
2.2.2 Dosificación y mezcla	15
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL TABICÓN EN ESTADO FRESCO	16
2.3.1 Trabajabilidad	16
2.3.2 Masa unitaria	16
2.3.3 Segregación.....	17
2.3.4 Exudación	17
2.3.5 Contenido de aire	17
2.3.6 Contenido de agua	17

2.3.7 Proceso de Curado	18
2.4 CARACTERÍSTICAS DEL TABICÓN EN ESTADO ENDURECIDO	18
2.4.1 Durabilidad	18
2.4.2 Resistencia	18
2.4.3 Tabiques de concreto	19
2.5 ADITIVOS	19
2.5.1 Fibras naturales	20
2.6 TIPOS DE FIBRAS	21
2.6.1 Según su longitud	21
2.6.2 Según su Función	22
2.6.3 Según su Origen.....	22
2.7 AGAVE KARWINSKII	32
2.7.1 Definición.....	32
2.7.2 Características	33
2.8. FIBRAS APLICADAS A TABICONES.....	33
2.8.1 Fibra artificial (polipropileno).....	33
2.8.2 Fibra vegetal (abacá).....	34
2.8.3 Fibra de acero.....	34
2.8.4 Propiedades mecánicas de las fibras naturales.	35
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	36
3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	36
3.1.1 Tratamiento de la fibra natural.	37
3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y AGREGADOS.	37
3.2.1 Peso específico o volumétrico de los agregados secos y sueltos.....	37
3.2.2 Determinación del peso volumétrico seco y compacto del agregado fino.37	
3.2.3 Análisis granulométrico de los agregados finos, mediante el uso de las mallas.....	38
3.2.4 Determinación de la gravedad específica o densidad relativa del agregado fino.	38
3.2.5 Determinación del contenido de materia orgánica.	38
3.2.6 Determinación de la gravedad específica o densidad relativa del Cemento.	38
3.3. ELABORACIÓN DE MEZCLAS Y PRUEBAS	39
3.3.1 Diseño de mezclas	39
3.3.2 Pruebas y mezclas preliminares	39
3.3.3 Descripción del procedimiento de mezclas	43
3.3.4 Tiempo de mezclado	44

CAPÍTULO IV. RESULTADOS	45
4.2 Resultados de pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple ...	45
4.3 Resultados de las pruebas de absorción	51
ACTIVIDADES SOCIALES	52
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA	55
COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.....	56
FUENTES DE INFORMACIÓN	57
Bibliografía	57
Hemerografía.....	62
ANEXOS.....	63
ANEXO I. Tabla de actividades realizadas.....	64
ANEXO II. Peso específico o volumétrico de los agregados secos y sueltos.	67
ANEXO.III Determinación del peso volumétrico seco y compacto del agregado fino.72	
ANEXO IV. Análisis granulométrico de los agregados finos, mediante el uso de las mallas.....	77
ANEXO V. Determinación de la gravedad específica o densidad relativa de la arena.	81
ANEXO VI. Determinación del contenido de materia orgánica.	86
ANEXO VII. Determinación de la gravedad específica o densidad relativa del Cemento.....	89
ANEXO VIII. Reporte fotográfico de actividades preliminares.	92
ANEXO IX. Grafica de “Resistencia de los distintos diseños de las mezclas C, M1, M2, Y M3”.....	96
ANEXO X. Graficas de “Proporcionamientos de los distintos diseños de mezclas”	96
ANEXO XI. Resultados y graficas de la prueba de absorción realizada a los diferentes tipos de mezclas (C, M1, M2 y M3).	100
ANEXO XII. Reporte fotográfico del proceso de Mezclado	101

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el compromiso de la Ingeniería Civil con la investigación de nuevos materiales para mejorar las construcciones es demandante, por lo que se requiere de innovaciones constantes en la implementación de nuevos productos utilizados en la edificación. Surge como una preocupación actual buscar materiales y diseños actuales, que permitan dar solución a problemas de hundimientos, agrietamientos o cualquier otro tipo de daño en las edificaciones, por condiciones tan diversas que se pueden presentar en el suelo de sustentación y tan ajenas al mismo como es la región geográfica. (Pérez, 2014).

Los tabiques y tabicones son elementos de forma de paralelepípedo ortogonal, sólidos fabricados de cemento portland o de una mezcla con distintos tipos de agregados, su principal uso es en la construcción de muros interiores y exteriores de viviendas. (Antonio, 2009).

Estos elementos se convirtieron rápidamente indispensables para la edificación de viviendas desde la antigüedad y han continuado evolucionando en distintos tamaños, colores y materiales utilizados en su fabricación. Desde hace varias décadas se han repetido intentos por introducir soluciones industrializadas y más tecnificadas en la construcción de viviendas, con el fin de producir la cantidad de viviendas necesarias a un ritmo acelerado y satisfacer las grandes demandas en los plazos establecidos. La mayoría de ellas han fracasado desde el principio, o han sido abandonadas con el tiempo, principalmente por su falta de competitividad económica. Las fuertes inversiones que requiere la mayor parte de ellas difícilmente pueden ser amortizadas, especialmente en vista de la falta de continuidad de los programas de vivienda. (Antonio, 2009).

En términos generales, la falta de industrialización en los procesos de construcción ha generado una calidad insatisfactoria de la vivienda en México. Las principales causas de esta problemática han sido la variabilidad en los procesos constructivos y el bajo control de calidad de los materiales. Es de gran importancia contar con materiales tales como tabicones que cumplan con los requerimientos y condiciones específicas dando seguridad y certeza al constructor de contar con un producto que satisface y cumple las normas aplicadas a los tabicones utilizados en la construcción de viviendas. (Antonio, 2009).

En la fabricación de tabicones sólidos con un diseño de mezclas se debe tomar en cuenta la procedencia de los agregados, la resistencia a la compresión, la absorción de agua, la determinación de la dimensiones especificaciones para su uso estructural y especificaciones para su uso no estructural, realizando pruebas e inspecciones para determinar la dosificación adecuada para formar la mezcla óptima para realizar el moldeo y compactación del tabicón, así como el control del proceso de fabricación, como lo son; el almacenamiento de los materiales, material en proceso y producto terminado, el mezclado, la dosificación, el llenado por vibración, la compactación y el tiempo y temperatura del secado del tabicón (Antonio, 2009).

Según (Arias, 2016) el estado de Oaxaca es el principal productor de mezcal en la nación, en el que participa con gran porcentaje de la producción nacional, el agave es una especie de plantas que se utiliza como materia prima principal para obtener el licor antes mencionado, después de un largo proceso que incluye el cultivo, corte, cocción, se genera una gran cantidad de residuos orgánicos (bagazo) provenientes de las piñas de maguey, que son exprimidas durante la molienda, pasan por un proceso de fermentación y finalmente por la destilación (Vázquez, 2006).

Dentro de los deshechos de la destilación tenemos vinazas que se mezclan con el bagazo de maguey, estas vinazas presentan contaminantes como sales, ácidos, glicerina y nitrógeno amoniacal (Tejada, 2009), (Yavuz, 2007) que afectan la estructura y fertilidad del suelo, además de envenenar las cosechas. El bagazo de maguey cuishe a su vez se convierte en un excedente, que es parte de los recursos naturales que no son aprovechados en su totalidad y que en su mayoría pueden ser reutilizados para sustituir materiales no renovables. Por la razón anterior, se escogió el bagazo de maguey para ser utilizado en el proyecto de investigación del Tecnológico Nacional de México – Campus Oaxaca, con el tema de “Determinación de la resistencia mecánica a la compresión simple de tabicón de concreto adicionado con fibra natural de bagazo de maguey cuishe de San Simón Almolongas, Oaxaca.

Es importante mencionar que la utilización de las fibras naturales en la industria de la construcción, según (Antillón, 2016), se remota desde muchos años atrás de la aparición del cemento Pórtland del concreto, cuando tenían un auge muy interesante los materiales cuya procedencia era orgánica como por ejemplo el pasto, el hilo, varase incluso el pelo de los

animales con el fin de evitar fisuraciones y mejorar su comportamiento a la tensión. Según (Bernat, 2018), mezclar fibras en mortero fresco es una forma efectiva de reforzar el material ante los problemas de baja resistencia a tracción y flexión, además de que el uso de fibras naturales es ecológicamente sostenible y competitivo. Para (Santillán, 2020), el concreto reforzado con fibras se utiliza en México en la construcción de túneles y obras subterráneas, así como en pisos, taludes y elementos prefabricados, menciona que la incorporación de fibras se puede colocar el concreto y el refuerzo al mismo tiempo, con ahorros en el tiempo de preparación y colocación. Entre los beneficios de las fibras se mencionan el control de fisuras, la resistencia al impacto, al fuego, a la flexión y aumento de tenacidad entre otros.

Actualmente en los diferentes métodos constructivos la utilización del mortero es común en territorio nacional y en los diferentes países, esta vez se analiza en el estado de Oaxaca la utilización de este aglomerante material usado en la actualidad en las construcciones que se ejecutan continuamente en el estado, sin embargo es alarmante el desconocimiento la falta de informaciones el manejo y uso de estos, lo que origina como resultado una mala calidad del producto final trayendo consigo el exceso de desperdicio, mal manejo de la trabajabilidad y como consecuencia deficiencias en el comportamiento de las estructuras. (Santillán, 2020).

El objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto de la adicción de fibras de bagazo de maguey en la resistencia mecánica a la compresión simple y la absorción del tabique o tabicón pesado para la elaboración de piezas de tabicón y ofrecer una alternativa de uso de residuos orgánicos (bagazo de maguey) en la vivienda, haciendo énfasis en el tabicón pesado de 28x14x10 para lo cual se diseñaron cuatro mezclas con diferentes tamaños, el primer diseño de mezcla fue el de control y los otros tres con la adición de fibra de bagazo de maguey cuisque del 0.5%, 1%, 1.5%, obteniendo así datos precisos que pueden ser aportes para investigaciones futuras.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ÁREA DE TRABAJO

El Tecnológico Nacional de México - Campus Oaxaca (Instituto Tecnológico de Oaxaca) es una institución pública de educación superior localizada en Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. Imparte nueve carreras a nivel licenciatura y dos a nivel posgrado en las áreas de ciencias sociales y administrativas, e ingeniería.

Forma de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST), de la Secretaría de Educación Pública de México.

Fue creado el 18 de abril de 1968. El instituto se encuentra ubicado en un predio a las orillas de la Ciudad de Oaxaca en Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030, E-mail tec_oax@itoaxaca.edu.mx, Teléfono (núm. celular) (951) 501 50 16. Formar personal académico de alto nivel, capaz de reflexionar críticamente sobre su práctica docente, reconociendo las implicaciones teóricas, prácticas y metodológicas de la educación para lograr la mejora continua del proceso educativo. Dar respuesta a las necesidades de formación y actualización profesional en el área de la construcción de obras de infraestructura física para el desarrollo socioeconómico de las comunidades, así como de los servicios relacionados con las mismas. Se contempla además como una propuesta de formación a nivel posgrado de los egresados de las Licenciaturas afines a la construcción y dar respuestas a sus necesidades de actualización profesional que permitan generar proyectos de innovación tecnológica relacionados con el ámbito de la construcción. Fomentar profesionistas de alta calidad académica con los conocimientos, competencias y habilidades que le permitan participar en procesos de investigación científica básica y tecnológica, para alcanzar el desarrollo en los ámbitos regionales, sectoriales o de una unidad específica de producción.

El programa de Maestría en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico es el más importante del sureste del país y reconocido a nivel nacional, considerando infraestructura, productividad y calidad de los estudios que se realizan; tiene entre sus objetivos, cubrir la demanda social de formación de investigadores en la disciplina del desarrollo regional y tecnológico, como alternativas de educación de posgrado de alto nivel para egresados de carreras relacionadas con el desarrollo regional y tecnológico del país. Formar capital humano con alta capacidad creativa, innovadora y dominio de conocimientos en administración estratégica, técnicas y desarrollo de habilidades administrativas actuales, que le permita tomar decisiones en forma oportuna y eficaz, en su ámbito laboral.

Formar investigadores de alto nivel académico; con reconocimiento, competencias y habilidades, que les permitan generar conocimientos científicos y tecnológicos para que se constituyan en gestores del desarrollo regional. Actualmente el Instituto Tecnológico de Oaxaca es reconocido como una de las mejores Universidades Públicas del Estado de Oaxaca, por sus logros y reconocimientos a nivel nacional.

1.1.1 Política de calidad

Las personas que trabajan en nombre del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca, están comprometidos con el otorgamiento de un servicio educativo de calidad y las actividades de investigación científica y tecnológica que emanan de este, haciendo cumplir el marco normativo que rige nuestro proceder, con la mejora de nuestro sistema de gestión de la calidad en beneficio de la sociedad de la que somos parte. Además, con este sistema de calidad logramos que el estudiante logre cumplir con sus objetivos de una manera más sana posible por lo cual tenemos de la mano presentar nuestra misión visión y valores dentro de esta institución.

1.1.2 Misión

Ofrecer educación superior tecnológica y posgrado, de calidad a nivel nacional e internacional; para participar en el desarrollo científico y tecnológico de las personas y la comunidad.

1.1.3 Visión

Para el año 2025 el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca, seremos reconocidos como una institución académica de alto impacto a la sociedad, contribuyendo significativamente al desarrollo de Oaxaca y del Sureste de México, gracias a la aportación de las personas que se forman en nuestra institución mediante planes y programas de licenciatura acreditados a nivel internacional, así como la formación de posgrado con registro en PNPC del CONACyT, como resultado de la aplicación de los sistemas funcionales y amigables que contribuyen a la integración y compromiso de las personas que trabajan en nuestro nombre.

1.1.4 Valores

1. Comprensión de la organización y de su contexto.
2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes.
3. Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad.
4. Generalidades Liderazgo y compromiso.
5. Establecimiento de la política de la calidad.
6. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización.
7. Planificación del sistema de gestión de la calidad.

La estructura organizacional del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca sirve para poder correlacionar las diferentes áreas así mismo poder enfocar los esfuerzos hacia los objetivos y que todos los departamentos crezcan en la misma dirección.

[illegible]

6

1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La ubicación del área de trabajo es muy importante ya que sirve para poder localizar el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca en este mismo se pone a la disposición la macro localización que sirve para relacionar al tecnológico de Oaxaca de relaciones externas. **ver figura 2.** Además, la micro localización sirve para ubicar de una manera más precisa al instituto Tecnológico de Oaxaca. **ver figura 3.**

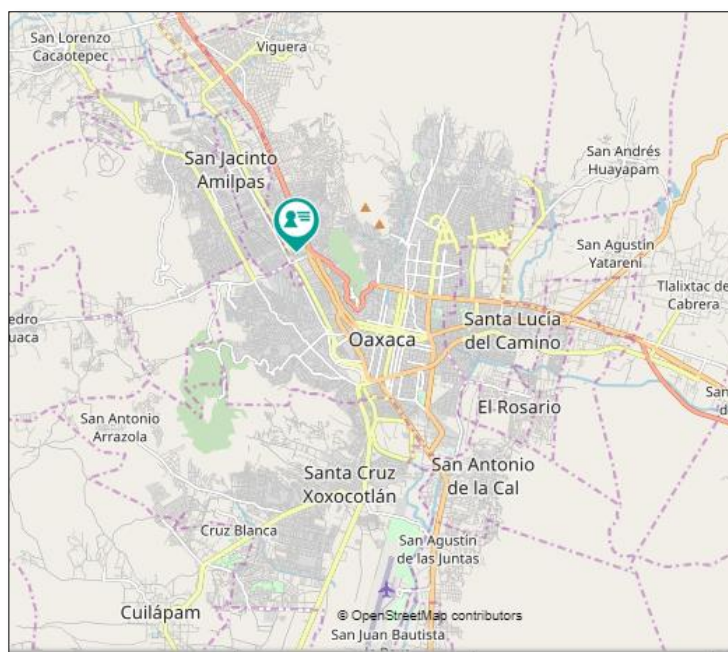


Figura 2. Macro localización de la empresa.

Fuente: Plano oficial del Instituto Tecnológico de Oaxaca.



Figura 3. Micro localización de la empresa.

Fuente: Plano oficial del Instituto Tecnológico de Oaxaca.

1.2.1 Croquis del departamento

El croquis dentro del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca es muy importante para los estudiante y trabajadores dentro de estes ya que tiene la finalidad de ubicar los departamentos y en caso de emergencia, ya sea por sismos o temblares guiar a todos a zonas seguras señalas en el croquis. **ver figura 4.**



Figura 4. Localización del departamento de Ciencias de la Tierra.
Fuente: Plano oficial del Instituto Tecnológico de Oaxaca.

1.3 PROBLEMAS A RESOLVER

A través del tiempo se ha venido utilizando los materiales de cemento, arena y agua, en diferentes proporciones (según la zona donde se elaboren) para la elaboración de las piezas de mampostería mejor conocidos como tabiques o tabicones, teniendo diferentes rendimientos, comportamientos mecánicos y de resistencia a la compresión simple ya que en su mayoría se elaboran manualmente, y es ahí cuando interviene la mano del hombre y se puede dar las diferentes calidades de las piezas. (Pérez, 2014).

La investigación propuesta pretende determinar la influencia de la adición de fibra natural (bagazo de maguey cuishe) en la elaboración de tabicón, siendo una alternativa en el uso de piezas para la construcción de estructura de mampostería, de tal manera que se utilice un subproducto de desecho de la industria del mezcal para emplearlo en la elaboración de materiales de construcción.

1.3.1 Ventajas

Como elemento constructivo los tabicones presentan ciertas ventajas comparadas con el ladrillo rojo recocido delgado (material tradicional del procedimiento típico), dentro de las cuales se pueden mencionar las siguientes (Pérez, 2014):

1. Proporciona una mayor área de construcción con un menor número de piezas
2. Su producción es constante todo el año ya que no se ve afectada por los distintos cambios de estaciones en el año.
3. Al requerir menor de piezas para cubrir el área necesitada, se requiere menor junta para unirlos, por lo tanto, se reflejará en un menor costo.
4. El costo en la mano de obra se podrá reducir por contar con mayor avance.

1.3.2 Desventajas

También presenta algunas desventajas, las cuales son parte fundamental para el desarrollo de esta investigación y a continuación se mencionan (Pérez, 2014):

1. Los tabacones pesados pesan más que un ladrillo, lo que dificulta su uso en los momentos de trabajarlos o maniobrarlos para su colocación.
2. Al momento de su colocación deben estar absolutamente secos, lo que implica que debemos buscar un lugar para almacenarlos ya que se deben proteger de la lluvia y el rocío nocturno antes de ser colocados.
3. Su precio varía bastante por épocas.
4. Su elaboración de manera artesanal genera incertidumbre respecto a sus propiedades mecánicas.

1.3.3 Importancia del tabicón adicionado con fibra natural

La elaboración de piezas de tabicón adicionado con fibra (bagazo de maguey cuishe) pretende mejorar en algunas características al tabicón normal por ejemplo en el término de resistencia a la compresión simple de igual manera pretende mejorar algunas desventajas que este tabicón puede presentar:

1. Al adicionarle fibra se pretende mejorar la resistencia a la ruptura es decir que el tabicón adicionado con fibra sea menos frágil que un tabicón convencional.

2. Resistencia a la compresión simple al contener fibra el tabicón se hará un poco más resistente lo que permitirá por consiguiente que aguante más carga.
3. Agrietamientos o fisuras con la adición de fibra el tabicón presentara menos fisuras en la construcción de muro, paredes o mochetas, por consiguiente, al momento de su colócalo
4. Costo de fabricación al ser la fibra de maguey una materia reutilizable que en su caso es desechada no tendrá alguna variación con respecto a su presión sin embargo tendrá alguna variación con respecto a la fabricación.

1.4 OBJETIVOS

Los objetivos son muy importantes para el presente proyecto de investigación ya que, teniendo los objetivos claros, se realizar el proyecto de una manera más eficiente, clara y concisa. A continuación, se hace mención del objetivo general y de los objetivos específicos que se tomaron en cuenta para la realización del proyecto realizado en el laboratorio de ingeniería civil perteneciente al Instituto Tecnológico de Oaxaca.

1.4.1 Objetivo general

Diseñar y fabricar “tabicón” mediante una mezcla de cemento-arena incorporando una fibra natural (bagazo de maguey cuishe o cuish) para determinar la influencia de diferentes porcentajes de adición de esta fibra sobre la resistencia a la compresión axial del material, así como su influencia en la absorción de agua de los mismos.

1.4.2 Objetivos específicos

A continuación, se muestran los objetivos específicos que tiene el proyecto para la elaboración del proyecto y de la fabricación de los diferentes tipos de diseños de mezclas de los tabicones a realizar:

1. Elaborar tabicones de concreto con diferentes porcentajes de bagazo de maguey cuishe o cuish (Agave Karwinskii Zucc) y determinar su Resistencia Mecánica a la Compresión simple.
2. Elaborar tabicones de concreto sin bagazo de maguey cuishe o cuish (Agave Karwinskii Zucc) y medir su absorción al agua.
3. Realizar la comparación de los resultados de los tabicones adicionados con fibra natural con los resultados de los tabicones sin fibra.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La implementación del uso de bagazo de maguey como una fibra natural en la elaboración de tabicones de concreto, tiene como fin utilizar un producto de desecho de una industria en la fabricación de un nuevo material. Se espera que la inclusión de esta fibra mejore en gran medida la reducción de agrietamientos y presencia de humedad en los muros fabricados con este tipo de piezas.

El tabicón de concreto es un tipo de mampostería que ha sido utilizado durante mucho tiempo, y se puede encontrar así mismo en nuestro país como en el estado de Oaxaca, además hay muchas construcciones que demuestran el uso de estos tabicones de 10x14x28, por esta razón se plantea la presente propuesta, para indagar en la posibilidad de que el bagazo de maguey cuishe o cuishe utilizado como fibra natural pueda aportar en un incremento de la resistencia a la compresión simple, que el tabicón de concreto puede desarrollar, para mejorar su comportamiento y ser empleado como un material ligero de construcción pero también en su resistente mecánicamente, es por ello que siendo el estado de Oaxaca un sitio de alta actividad sísmica y también de alta producción de mezcal, se propone el poder hacer uso de este residuo que surge de la producción antes mencionada, además para ser aprovechado como una fibra natural en la fabricación de tabicón de concreto, para poder dilucidar una posible mejora en su comportamiento mecánico ante los eventos sísmicos.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El organismo encargado de elaborar normas mexicanas aplicables a los elementos, componentes, tecnologías, procesos y servicios de la industria de la construcción acordes con las condiciones del país es el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C. (ONNCCE), que actualmente está acreditado como Organismo Nacional de Normalización (1994) por la Dirección General de normas de la Secretaría de Economía; como Organismo de Certificación (1997) por la Entidad Mexicana de Acreditación y está aprobado por la Secretaría de Economía, la Secretaría de Desarrollo Social, la Comisión Nacional de Ahorro de Energía y la Comisión Nacional del Agua y como Organismo de Certificación de Sistemas de Calidad (2000) por la Entidad Mexicana de Acreditación.

En ese sentido las normas que deben de estar presentes en la fabricación de tabico sólido de concreto son: NMX-C-36-ONNCCE-2004, concerniente a la Resistencia a la Compresión- Método de Prueba, NMX-C-37-ONNCCE-2013 determinación de la absorción inicial y absorción total de agua, NMX-C-38-ONNCCE-2004 determinación de las dimensiones de ladrillos, tabiques, bloques y tabicones para la construcción, NMX-C-441-ONNCCE-2005 tabicones para uso no estructural y la NMX-C-404-ONNCCE-2005 tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de prueba, así como también normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería.

2.1 CONCRETO

El concreto es una mezcla de materiales como la arena, grava y gravilla (también llamados agregados finos y gruesos), y cemento, que sirve como aglutinante. El concreto es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado, es por eso que también puede ser utilizado bajo el agua. (Geeks, 2011).

2.1.1 Cemento

El cemento, es un material pulverizado que, cuando es combinado con el agua, forma una pasta capaz de endurecer tanto bajo el agua como el aire (Geeks, 2011) al hidratarse se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece, tornándose en un material de consistencia pétreo.

La mezcla de cemento y agua se denomina pasta de cemento, si a esta se añade arena se cataloga como mortero y si al mortero se le añade grava, se denomina concreto, además, el material de construcción más utilizado en el mundo es sin duda el concreto, su composición en la medida y para el uso adecuado es el más sólido, es el que se utiliza para edificar y crear superficies fuertes como pisos y paredes, no es sólido, por lo que no permite ningún tipo de flexibilidad luego de estar seco o sólido. (Geeks, 2011).

2.1.2 Agregados

Los agregados son el mayor constituyente del concreto, generalmente componen más del setenta por ciento (70%) del material en un metro cúbico de concreto y son los que hacen que este sea un material económico de construcción. También pueden definirse como materiales inertes, granulares y debidamente graduados que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente del concreto (Cepedes Garcia, 2003), como son:

Agregados gruesos

Se denomina agregado grueso a la porción del agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4). Dicho agregado deberá de proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas: sus fragmentos deben de ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto. (Concretos, 2022), se conoce como agregado grueso al material proveniente de la desintegración de la roca de origen volcánico y que por su tamaño queda retenido en el tamiz número 4 (4.75 mm).

Agregados Finos

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino. (Concretos, 2022), los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

2.1.3 Agua

El agua es un componente esencial para la elaboración de concretos y morteros ya que este permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante, hidratar el cemento y dar manejabilidad al concreto además el agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. Si contiene sustancias que le produzcan color, olor o sabor inusuales, objetables o que causen sospecha, el agua no se debe usar a menos que existan registros de concretos elaborados con ésta, o información que indique que no perjudica la calidad del concreto.

Por su parte el agua puede tener muy pocas cantidades de cloruros, sulfatos, álcalis y material sólido. (Caldas, 2004), el concepto calidad del agua sirve para definir aquellas características químicas, que se emplea como patrón para calibrar la aceptabilidad de un agua cualquiera, como medida medioambiental y como respuesta frente a la escasez de fuentes de agua potable en algunos países, existe una tendencia por reemplazar el agua potable para realizar concreto con fuentes residuales como agua regenerada, agua subterránea o agua tratada de minería, entre otros tipos de aguas.

Así mismo, elevadas impurezas pueden causar eflorescencia, corrosión, inestabilidad y menor durabilidad; por este motivo es de gran importancia caracterizar el agua como medida de prevención, asegurando que se obtengan los resultados esperados.

2.2 PIEZAS DE MORTERO

Las mezclas pueden tomar casi cualquier forma si se vierte en un molde o encofrado y se transforma en piezas de tabicones que se utilizan para la construcción. Como en muros y cimientos ofreciendo un sólido fundamento para la construcción de edificios. Ver figura 5.

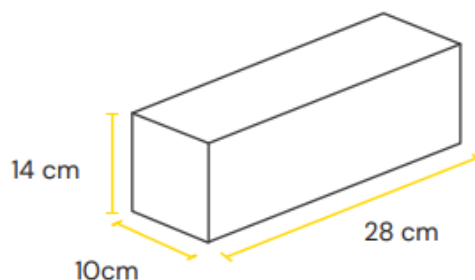


Figura 5. Dimensiones de una pieza de tabicón.

Fuente: in BLOCK ficha técnica.

2.2.1 Tabicón de concreto

Es un componente de forma prismática que se obtiene por moldeo de concreto y otros materiales siendo siempre macizo, este material modular se encuentra hecho de concreto y es utilizado ampliamente en el ámbito de la construcción, desde viviendas de interés social a grandes edificaciones comerciales e industriales, ya que su composición permite la creación de muros resistentes y duraderos. Gracias a su diseño, este material puede tener aplicaciones en muros simples o divisorios, así como muros estructurales, de retención y construcción de losas. (Gobernación, 2013).

En base a la ficha técnica de tabicón-block publicada por EPCA, se especifican las siguientes dimensiones y normas correspondiente a los tabicones de concreto con dimensiones de 10x14x28 cm. Ver tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones de una pieza de tabicón.

	Dimensiones Nominales (B x A x L cm)	Peso/ Pieza	Piezas/ m ²	Resistencia	Abs Max %	Norma
Tabicón	10 x 14 x 28 cm	7 kg	32	110 kg/cm ²	11%	NMX-C-404-ONNCCE
Block Sólido	12 x 20 x 39.5 cm	15 kg	12	70 kg/cm ²	11%	NMX-C-404-ONNCCE
	15 x 20 x 39.5 cm	18 kg	12	70 kg/cm ²	11%	NMX-C-404-ONNCCE

Fuente: EPCA, Ficha técnica.

2.2.2 Dosificación y mezcla

Las dosificaciones de la mezcla son las cantidades de cemento y de otros materiales (agua, piedra, arena, otros aditivos) que se necesitan para obtener la resistencia y durabilidad requeridas, de acuerdo al uso que se le va a dar al concreto (Construyendo, 2022). Además, la dosificación de las mezclas no es más que las proporciones correspondientes de material que se debe utilizar para el concreto, esto con el fin de obtener unas características que le permitan utilizarlo de manera tranquila, esas características son la resistencia, la durabilidad y adherencia adecuada, de lo contrario la dosificación no es algo que surge porque sí y ya, se expresa en gramos por metro cúbico y es de mucha importancia en las construcciones y en la fabricación de piezas de tabicón, por lo cual se optó por fabricar piezas de tabicón de dimensiones 10x14x28 cm ya que en la mayor parte del estado de Oaxaca, es la pieza de tabicón más convencional que hay actualmente.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL TABICÓN EN ESTADO FRESCO

Se le denomina estado fresco al material que permanece en estado de fluido, es decir, desde el primer momento en que se comienzan a mezclar los componentes hasta que la pasta comienza a fraguar y por lo tanto se endurece. (García, 2003).

Así mismo la gran mayoría de estructuras de mampostería son diseñadas bajo la suposición de que este resiste únicamente esfuerzos de compresión, por consiguiente, para propósitos de diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio de calidad, y de allí que los esfuerzos de trabajo estén prescritos por los códigos en términos de porcentajes de la resistencia a la compresión.

2.3.1 Trabajabilidad

Lo describe como “aquella propiedad del mortero o del concreto recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad con que puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y acabado”. (García, 2003).

Además, la trabajabilidad del tabicón es un término amplio y subjetivo que describe cuán fácilmente se puede mezclar, colocar, consolidar y terminar, el mortero recién mezclado con una mínima pérdida de homogeneidad. La capacidad de trabajo es una propiedad que afecta directamente a la fuerza, la calidad, la apariencia, e incluso el costo de la mano de obra para la fabricación, para las operaciones de colocación y acabado.

Por su parte es una propiedad importante para muchas aplicaciones del diseño de mezclas. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad.

2.3.2 Masa unitaria

Esta depende del tamaño máximo, granulometría y densidad de los agregados, así como también de la cantidad de aire atrapado y el contenido de agua y cemento (Rojas, 2016), por su parte se define como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupan estas partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido.

2.3.3 Segregación

La segregación es la separación de los componentes de la mezcla, en este caso, los agregados, la pasta de cemento, o incluso del agua, lo que hace que la mezcla pierda uniformidad (Cementos, s.f.). Además, la segregación se define como la separación o distribución no homogénea de los componentes del cemento. La distribución homogénea de pastas y áridos es un aspecto fundamental, con claras repercusiones en el comportamiento mecánico y en la durabilidad del mortero. La distribución de sus partículas de una forma no uniforme debido a la separación de sus componentes una vez realizado el amasado.

2.3.4 Exudación

Se ocasiona cuando parte del agua sale en la superficie del concreto. El exceso de exudación ocasiona que la superficie de concreto se debilite (Construyendo, 2022), además es una forma de segregación de los componentes de una mezcla de concreto fresco en la que el agua tiende a elevarse hacia la superficie como consecuencia de la incapacidad de los áridos de arrastrarla con ellos al irse compactando. Conduce a la obtención de un concreto en la zona superior de los elementos estructurales de mayor relación agua-cemento y, en consecuencia, mayor porosidad y menor resistencia.

2.3.5 Contenido de aire

Una mezcla de concreto puede contener aire naturalmente atrapado o que esté incluido artificialmente. El aire atrapado puede ser causado por los procesos de mezclado y colocación del concreto. El aire atrapado accidentalmente es perjudicial para las mezclas porque puede formar hormigueos, coqueras y pérdidas de uniformidad del material en las estructuras, incluso, dejando expuesto el acero. Por su parte al volumen de vacíos que hay en la pasta de concreto o mortero, sin incluir el espacio de los poros en las partículas del agregado. Por lo común se expresa como un porcentaje del volumen total de la mezcla de concreto o mortero. (AGUDELO, 2020).

2.3.6 Contenido de agua

El principal factor que afecta la manejabilidad es el contenido de agua de la mezcla, el cual se expresa en kilogramo o litro, es una medida de la consistencia del concreto que se refiere al grado de fluidez de la mezcla, esto indica que tan seca o fluida está cuando se encuentra en estado fresco. (Rojas, 2016).

2.3.7 Proceso de Curado

El proceso de endurecimiento o fraguado del tabicón se debe a la combinación del agua con las partículas de cemento llamada de cierta forma hidratación. Por lo cual el control de estas condiciones es vital en el primer proceso de endurecimiento. Por esta razón un tabicón bien proporcionado, si no tiene la humedad necesaria, será de baja calidad, porque se secará rápidamente, además para que el endurecimiento o curado del tabicón se complete adecuadamente es durante los primeros 7 días manteniéndolo húmedo ya sea hidratándolo o en un cuarto húmedo. (AGUDELO, 2020).

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL TABICÓN EN ESTADO ENDURECIDO

El tabicón de concreto presenta ligeros cambios de volumen debido a variaciones en la temperatura, en la humedad en los esfuerzos aplicados, además tabicón va pasando automáticamente de un estado fresco a estar endurecido, adquiriendo dureza y perdiendo poco a poco humedad, por consiguiente, el tabicón se va endureciendo, pasa de ser un material plástico a sólido, se trata de un proceso que no se produce de la noche a la mañana, sino que influyen una serie de factores químicos y físicos que van a largo plazo.

2.4.1 Durabilidad

La durabilidad puede definirse como la habilidad que tiene un material para mantener un nivel de desempeño adecuado durante el tiempo de servicio, ante las acciones que se generan por la exposición al ambiente y el uso. Además la durabilidad de un tabicón puede definirse como su capacidad para resistir la acción del medio ambiente circundante, los ataques químicos, biológicos, la abrasión y cualquier otro proceso de deterioro, de aquí que se defina la vida útil de una estructura, la cual está íntimamente relacionada con su comportamiento bajo determinadas condiciones de servicio, durante un periodo de tiempo determinado, como el periodo de tiempo en el cual conserva los requisitos previstos de seguridad, funcionalidad y aspecto, con costos razonables de mantenimiento, el tabicón debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio. (Agudelo, 2020).

2.4.2 Resistencia

Es una propiedad del material que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión.

Como el concreto suele aumentar su resistencia en un período largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. (Agudelo, 2020).

La gran mayoría de estructuras de mampostería son diseñadas bajo suposición de que este resiste únicamente esfuerzos de compresión, por consiguiente, para propósitos de diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio de calidad, y de allí que los esfuerzos de trabajo estén prescritos por los códigos en términos de porcentajes de la resistencia a la compresión, además, las piezas de tabicón son esenciales para la construcción o realización de cimentaciones. por lo general se le determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el tabicón suele aumentar su resistencia en un período largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

2.4.3 Tabiques de concreto

La definición de tabique de concreto, es mencionada en diversas fuentes bibliográficas, de las cuales la más relevantes es:

1. El tabique o tabicón de concreto es “un componente de forma prismática que se obtiene por modelo del concreto y otros materiales siendo siempre macizo”. (GOBERNACION, 2013).
2. El tabique a base de concreto es utilizado en la construcción de muros divisorios, estructurales o de carga, se fabrica a base de una mezcla de concreto, agua y arena, gracias a estos elementos, aporta resistencia, durabilidad y cohesión.

2.5 ADITIVOS

Son un término que puede utilizarse como adjetivo o como sustantivo. En el primer caso, califica a aquello que se tiene o que se puede agregar o incorporar a otra cosa. (Perez Porto, 2015), por su parte los aditivos son ingredientes del concreto o mortero que, además del agua, agregados, cemento hidráulico y, en algunos casos, fibra de refuerzo, son adicionados a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado, además como menciona el presente artículo de revista (Tecnología, 2006), en algunos casos los aditivos son químicos que se agregan al concreto en la etapa de mezclado para modificar algunas de las propiedades de la mezcla que nunca deben ser considerados como un sustituto de un buen diseño de mezcla, de buena mano de obra o del uso de buenos materiales.

2.5.1 Fibras naturales

En recientes investigaciones se han explorado las cualidades de las fibras naturales como aditivos ecológicos que pueden sustituir a otros actualmente empleados en la construcción. Si se trata de fibras naturales de procedencia vegetal, el periodo de crecimiento de estas plantas podría ayudar a la disminución de las emisiones totales de dióxido de carbono ya que las plantaciones limpiarían el aire (Quesada, 2019).

Otras ventajas como el bajo coste económico, la baja densidad, la poca conductividad térmica, el escaso coste energético, la procedencia de fuentes renovables son, lo que convierten a las fibras naturales, en un campo de estudio interesante para su futuro desarrollo y popularización. (Encalada, 2020), además las fibras naturales como refuerzo en el concreto, tienen un amplio campo de aplicación en la ingeniería y la arquitectura. La comparación directa entre los concretos con fibras naturales y los reforzados con fibras de alta tecnología como las de acero.

Las organizaciones (Agricultura, 2020), sostienen que los prospectos de las fibras naturales en el concreto, pueden visualizarse si se comparan las fibras naturales con otras fibras sensibles a los álcalis, la fibra de vidrio. Durante los anteriores 30 años, se han desarrollado fibras de vidrio con mayor resistencia a los álcalis, así como productos fabricados con concreto y este tipo de fibra. Su aplicación es extensa en el mundo industrializado.

Por lo que, con una adecuada investigación y desarrollo, se pueden tener aplicaciones interesantes del concreto reforzado con fibras naturales (Ecured, 2020). Comenta que el concreto y el cemento reforzado con fibras naturales tienen una relevancia especial en los países en desarrollo debido a su bajo costo, rápida disponibilidad y ahorro de energía. Estos materiales pueden contribuir significativamente al rápido desarrollo de la infraestructura del país. La necesidad de desarrollar materiales de construcción localmente disponibles, mejorar la calidad de los productos y comprender mejor su comportamiento en ambientes reales, no puede ser ignorada.

Así también, el Instituto Americano del Concreto (ACI), organismo de reconocido prestigio internacional menciona en una de las publicaciones del comité 544 (Unidadas, 2015): "El concreto reforzado con fibras naturales es adecuado para la construcción de bajo costo, lo cual es deseable en países en desarrollo.

Es importante que los investigadores, los ingenieros de diseño y la industria de la construcción apoyen decididamente el uso y desarrollo de materiales de la localidad. La durabilidad y la sensibilidad a la humedad de las fibras naturales, son los aspectos críticos de estos compuestos y requieren ser investigados.

Al igual que la gran mayoría de los países en vías de desarrollo, México es un país que tiene abundante producción de fibras naturales. Así también, posee los mismos problemas de insuficiencia de infraestructura y de vivienda que son requeridos por la población. Sin embargo, los trabajos científicos relacionados a la explotación racional de esta riqueza han sido escasos.

2.6 TIPOS DE FIBRAS

La palabra fibra tiene otras acepciones, se considera fibra la aglomeración de células en las que la longitud es mucho mayor que el diámetro. (Zelasko, 2020) Generalmente, se pueden agrupar en naturales o químicas. Dentro de cada categoría hay una gran cantidad de subcategorías que permiten su clasificación más específica, además podemos clasificar las fibras teniendo distintos criterios como la longitud, la función o el origen. Dependiendo de la longitud que tengan después de haber sido procesadas se habla de fibras cortas o fibras largas. Según su función pueden ser fibras estructurales o no estructurales. Por último, según su origen se clasifican en naturales o químicas.

2.6.1 Según su longitud

Según su longitud estos tipos de fibras se pueden diferenciar por su tamaño es decir si son cortas o largas como se muestra a continuación:

Fibras Cortas

Se pueden conseguir partículas muy finas o fibras cortadas. Mediante procesos industriales, a partir de estas partículas, se puede obtener perfiles extruidos. A partir de las fibras cortadas, se puede realizar un proceso de impregnación de termocompresión mediante el cual se crean mantas de fibras no tejidas (Gimeno, 2015).

Fibras Largas

Las fibras largas se clasifican en dos grupos: roving y tejido. El roving, es el hilo de la fibra sometido a un proceso de enrollamiento de los filamentos.

También se pueden obtener tejidos mediante procesos manuales o transferencia de resinas. (Gimeno, 2015).

Las fibras se pueden añadir de diversas formas. Las fibras analizadas para la realización del estudio comparativo son fibras naturales cortas con una dirección aleatoria, es decir, desordenadas y añadidas en masa para reforzar el concreto. (Gimeno, 2015).

2.6.2 Según su Función

Las fibras según su función se pueden dividir en fibras estructurales y no estructurales las cuales se harán mención a continuación:

Fibras Estructurales

Son las fibras cuyas propiedades permiten que al ser incorporadas en el concreto tengan una función estructural y por tanto es necesario su cálculo previo a la incorporación. La resistencia a esfuerzo cortante se ve incrementada cuando hay presencia de fibras con función estructural. Las fibras estructurales no pueden tener una disposición aleatoria, se deben incorporar a la mezcla siguiendo unos procesos que garanticen su correcta ubicación para un funcionamiento óptimo (Alvarez, 2016).

Fibras no Estructurales

Son las fibras que aportan unas determinadas cualidades al ser incorporadas en el concreto pero que no influyen en el cálculo estructural. Además este es el caso de las fibras naturales estudiadas, mejoran las propiedades del concreto, pero no tienen la función estructural que sí tienen las barras de acero. (Alvarez, 2016).

2.6.3 Según su Origen

Las fibras pueden ser naturales, de origen animal, químicas, de algunos minerales, es decir, fabricados, de vidrio o incluso de acero o metal por lo que a continuación se hará una descripción de los tipos de fibras que hay actualmente en la actualidad.

Fibras Naturales

Las plantas poseen un tipo de células especializadas cuya función principal consiste en proporcionarles sostén, éstas son las células esclerenquimáticas y su característica principal es una pared secundaria engrosada compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina.

Existe un tipo de células esclerenquimáticas, también llamadas células prosenquimáticas, que son alargadas, esbeltas y estrechas, tienen los extremos afilados y generalmente forman grupos, que son llamadas fibras. Las fibras se encuentran principalmente en los tallos, pero también en las raíces, en las hojas, en los frutos y las semillas.

Las plantas están conformadas por órganos los cuales a su vez están compuestos por células. Las células son unidades estructurales y funcionales de los seres vivos. Tanto las células como los tejidos presentan propiedades específicas que tienen que ver con su posición y su función en el cuerpo vegetal. Algunas células han sufrido, a lo largo del tiempo, cambios más profundos que otras y es así como han llegado a especializarse para cumplir determinadas funciones en la planta, algunas de ellas pueden ser (Numtric, 2020):

Abacá

Una fibra de hoja, compuesta por células largas y delgadas que forman parte de la estructura de soporte de la hoja. El contenido de lignina está por encima del 15%. El abacá es valorado por su gran resistencia mecánica, flotabilidad, resistencia al daño por agua salada, y por el largo de su fibra - más de 3 metros. Las mejores clasificaciones del abacá son finas, brillantes, de un color habano claro y muy fuertes. El abacá se muestra prometedora, economizando energía, como sustituto de la fibra de vidrio en automóviles. (Numtric, 2020).

Bonote

Entre las fibras vegetales, el bonote tiene una de las más altas concentraciones de lignina, que lo hace más fuerte pero menos flexible que el algodón e inadecuado para teñir. La fuerza de tracción del bonote es más baja comparada con la del abacá, pero tiene buena resistencia a la acción microbiana y al daño por agua salada. El bonote es una fibra que se extrae de la cáscara del coco y se usa para fabricar sogas, colchones, cepillos, geotextiles y asientos para automóvil. (Numtric, 2020).

Algodón

Celulosa pura, el algodón es la fibra natural más usada en el mundo y sigue siendo el "rey" indiscutible de la industria mundial de los textiles. El largo de la fibra varía de 10 a 65 milímetros y el diámetro de 1 a 22 micras. Absorbe la humedad rápidamente, lo que hace la ropa de algodón confortable en climas cálidos, mientras que su alta

fuerza de tracción en soluciones jabonosas significa que estas son fáciles de lavar. El algodón es la planta que se obtiene de un arbusto de la clase *Gossypium*. Las zonas en las que está más extendido su cultivo son América Central, Sudamérica, el noroeste de África y el suroeste de Arabia. Generalmente su tamaño es inferior a los tres metros. Las flores nacen en pequeñas agrupaciones de tres a siete unidades, pero lo realmente interesante es el fruto del cual brotan las fibras de algodón que suelen tener entre veinte y cuarenta y cinco centímetros. La planta suele empezar a florecer a los veinticinco días, pero puede llegar a demorarse hasta ochenta y cinco días. (México, 2018), (Uriarte, 2020). El algodón ha sido utilizado como fibra textil durante miles de años, llegando a ser la fibra más importante de esta industria. Algunas particularidades de esta planta son que necesita un clima muy cálido y mucha agua para su cultivo, normalmente no es suficiente con la lluvia de las regiones en las que se cultiva por lo que no es una fibra totalmente sostenible. Actualmente, además de en la industria textil, la fibra de algodón también se utiliza para la creación de cosméticos, para crear artículos domésticos, filtros de aire, se mezcla con otras fibras no naturales para hacer carpas, neumáticos, piscinas, redes o incluso pólvora. (Numtric, 2020)

Fibra de Lino

Como el algodón, la fibra de lino es un polímero de celulosa, pero su estructura es más cristalina haciéndola más fuerte, rizada y rígida para manejar, y más fácilmente arrugable. El rango de las fibras de lino en longitud es de hasta 90 cm y de un promedio de 12 a 16 micras de diámetro. Absorben y liberan el agua rápidamente, haciendo la tela de lino comfortable para vestir en climas cálidos. El lino fue una de las primeras fibras en cultivarse, hilarse y tejer para producir textiles. La fibra de lino se obtiene a partir de la planta *Linum usitatissimum*. Es una planta que se cultiva mucho en Europa, pero se puede encontrar también en países como Canadá, Egipto o algunas zonas de Sudamérica porque su cultivo es apto para casi cualquier clima. La cualidad más importante de este cultivo son sus semillas, utilizadas en una gran cantidad de industrias y con múltiples fines. Los terrenos arcillo-silíceos son los mejores para su cultivo siempre que se evite un exceso de humedad. Esta planta normalmente alcanza los sesenta centímetros de altura y es de cultivo anual. (Ecured, 2020) En cuanto a las necesidades de abonos especiales, el cultivo de lino no es demasiado exigente, pero si se quiere conseguir una fibra con mejores

propiedades, es necesario reforzar los abonos potásicos. (Infagro, 2020) Si lo que nos interesa de la planta son las propiedades de la fibra, lo mejor es cultivarlo en latitudes templadas, zonas con veranos moderados y húmedos como los de Centroeuroa. (Rubio Alvir, 2016) Se debe prestar atención y evitar las sequías, ya que, si el terreno se quiebra, la planta no florecerá adecuadamente. Sus raíces son cortas y el interior de sus tallos está hueco, de ellos es de donde se extrae la fibra que principalmente tiene un uso textil. (Infagro, 2020).

Cáñamo

Largas, fuertes y durables, las fibras de cáñamo son cerca del 70% de celulosa y contienen bajos niveles de lignina (alrededor de 8 a 10%). El diámetro de la fibra está entre 16 y 50 micras. La fibra de cáñamo conduce el calor, tiñe bien, resiste el moho, bloquea la luz ultravioleta y tiene propiedades naturales antibacterianas. Las fibras más cortas del corazón leñoso ("estopa") contienen niveles más altos de lignina. Los adelantos recientes en la "algodonización" de la fibra de cáñamo podrían abrir las puertas hacia el mercado de la moda de alta calidad. La fibra de cáñamo se obtiene a partir de la planta de Cannabis Sativa. El cáñamo industrial contiene menos de un 0,3% de THC y no es psicoactivo por lo que su cultivo es legal. La producción de cáñamo industrial necesita cumplir algunos requisitos que ayuden al desarrollo de los tallos de la planta además de incrementar su altura. A pesar de eso, su cultivo es fácil y es considerado uno de los que menos perjudica al medio ambiente ya que no necesita herbicidas, pesticidas, ni fertilizante, además, su cultivo tiene una menor necesidad de agua que otras plantaciones de características similares. La fibra de cáñamo es una de las partes más importantes de esta planta, se encuentra en la parte interior del tallo que puede alcanzar los cuatro metros de altura. (Textil, 2017) Los principales productores de cáñamo a nivel mundial son Australia, Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Vietnam y Francia. Dependiendo de las condiciones de entorno en las que crezca la planta se obtiene una fibra más o menos resistente. Actualmente los usos de la fibra de cáñamo son muy amplios, se puede encontrar este material en industrias como la textil, alimentaria y cosmética. También se utiliza en la elaboración de una gran cantidad de plásticos o como combustible. Se puede utilizar para crear filtros, ya que es una fibra muy resistente especialmente cuando crece en condiciones húmedas. En cuanto al sector de la construcción el uso de la fibra de cáñamo ya es una realidad, se puede encontrar en muchos materiales de

construcción como aislamiento, productos de conglomerado, cartón e incluso en forma de bloques que sustituyen al concreto (Canna, 2020).

Yute

Llamada la "fibra dorada", el yute es largo, suave y brillante, con una longitud de 1 a 4 metros y un diámetro de entre 17 a 20 micras. Es una de las fibras naturales vegetales más fuertes y sólo está en segundo lugar con el algodón en términos de cantidad de producción. El yute tiene propiedades altamente aislantes y antiestáticas, moderadas reabsorción de humedad y baja conductividad térmica. Los hilos fuertes de fibra se usan para fabricar sacos, y contribuyen a los medios de subsistencia de millones de pequeños agricultores. El yute es una planta herbácea tropical fibrosa conocida como *Corchorus Capsularis*. Esta planta suele tener una altura entre los tres y cuatro metros y unos centímetros de diámetro. Las medidas de sus hojas rondan los quince centímetros de largo por cinco de ancho. Lo realmente interesante de esta planta es el tallo ya que es de donde se extrae la fibra de yute. Para su cultivo es necesario un clima cálido y húmedo y el terreno debe ser aluvial o arcillo-arenoso. Crece en países subtropicales de Asia y su cultivo no requiere más agua que la de la lluvia. Es un cultivo que necesita pocos fertilizantes y plaguicidas por lo que es respetuoso con el medio ambiente. Aproximadamente por cada hectárea cultivada se puede obtener dos toneladas de yute seco, es la segunda fibra más producida después del algodón. Actualmente el uso de esta fibra está dedicado en la industria textil, siendo una de las fibras más importantes utilizada mundialmente, se utiliza para reforzar paquetes de embalaje, en cosméticos, pinturas y en algunos países también se utiliza como vallado o como material de combustión. (Agricultura, 2020) (Textextile, 2017). Actualmente hay varias líneas de investigación en este material como sustituto de las fibras de madera empleadas en diversas industrias, pero todavía representa un porcentaje muy pequeño del uso total.

Ramio

La fibra de ramio es blanca con un brillo sedoso, similar al lino en absorción y densidad, pero más basta (25 a 30 micras). Una de las fibras naturales más Fuertes, tiene baja elasticidad y tiñe fácilmente. Las virutas de ramio están cerca de los 190 centímetros de longitud, con células individuales tan largas como de 40 centímetros. Las fisuras transversales de la fibra que hacen frágil el ramio favorecen la

ventilación. No ampliamente conocido fuera de los países de Asia Oriental que lo producen, el ramio es ligero, sedoso y hecho para el verano.

Sisal

Brillante y de un blanco cremoso, la fibra de sisal mide cerca de 1 metro de longitud, con un diámetro de 200 a 400 micras. Es una fibra basta, dura e inadecuada para textiles o telas. Pero es fuerte, durable y alargable, no absorbe humedad fácilmente, resiste el deterioro del agua salada, y tiene una textura superficial fina que acepta una amplia gama de teñidos. Demasiado burdo para el vestido y la tapicería, el sisal está sustituyendo al asbesto y la fibra de vidrio en muchos materiales compuestos. El cultivo de esta planta se remonta varios siglos atrás, cuando algunas civilizaciones ya lo utilizaban para hacer telas y papel. Actualmente, la fibra de sisal es utilizada con una gran cantidad de fines, algunos países árabes la utilizan como refuerzo de yeso, la industria textil la utiliza para hacer hilos y con ellos crear cuerdas o elementos decorativos. También se crean productos de papel de alta calidad y se utiliza como refuerzo de materiales compuestos, por ejemplo, se puede incorporar en algunos plásticos para la fabricación de piezas de automóvil, puede convertirse también en paneles de fibra aislante. Sus residuos también son interesantes para la obtención de otros productos como materiales de construcción o biomasas. (Agricultura, 2020).

Fibra de coco

El coco es una fruta tropical que proviene del cocotero, *Cocos Nucifera*, una planta que crece en las costas tropicales de Asia o América gracias a las condiciones climatológicas óptimas que se dan en esas áreas, favoreciendo su desarrollo. La planta, puede alcanzar un tamaño entre los diez y treinta metros y sus hojas tienen una longitud de hasta seis metros. Gracias a sus múltiples propiedades, además de la industria de la alimentación, el coco, también ha sido utilizado en otros sectores como la agricultura, ganadería, cosmética, decoración, artesanía o incluso la construcción ecológica. (Gosálbez, 2012) (Sanchez, 2018) El coco está formado por la copra, la carne blanca que se encuentra en la parte interior. Además, está cubierto por una cáscara dura que se encarga de protegerlo y por una capa fibrosa de la cual se extrae la fibra de coco. Por lo tanto, la fibra de coco es un subproducto derivado del procesamiento de la cáscara de coco. (Gosálbez, 2012) Actualmente, la fibra de

coco es muy utilizada en el sector agrícola porque sus propiedades la convierten en un buen sustituto del sustrato tradicional. El sector de la automoción también está bastante interesado en la investigación del uso de este tipo de fibras para mezclarlo con resinas y fabricar piezas. En cuanto al sector de la construcción hay varios estudios que analizan su incorporación como agregado del cemento para la mejora de prestaciones. (Agromatic, 2015).

Fibra de caña de azúcar

La caña de azúcar es una planta también conocida como *Saccharum officinarum*. El tallo de la caña de azúcar tiene entre dos y cinco metros de altura, un diámetro entre cinco y seis centímetros y no tiene ramificaciones. Las hojas se encuentran en la parte más elevada y son largas, delgadas y planas. Su cultivo se produce en muchos países, pero los de mayor producción son India, China y Tailandia. En España también se cultiva a menor escala en las zonas de Málaga y Motril. [43] Para un correcto desarrollo del cultivo la temperatura mínima a la que se debe someter es entre 14 y 16°C, aunque la temperatura óptima de cultivo se encuentra entre los 32 y 38°C, no soporta las heladas. Los países con mayor producción son los que, además de tener esas temperaturas durante la mayor parte del año, también tienen una humedad relativa alta. El suelo con mejores cualidades para su plantación es un suelo ligero y preferiblemente sin acidez o cal ya que podría generar daños en la planta. (Infagro, 2020) (Pernalet, 2017) De la caña de azúcar, además de la fibra o el bagazo se pueden extraer otros componentes para producir sacarosa, azúcar blanco, azúcar moreno, ceras o abono. (Infagro, 2020).

Fibras Animales

Son todas aquellas fibras obtenidas de los animales, que como tal se encuentran en estado natural y que no exigen más que una ligera adecuación para ser hiladas y utilizadas como materia textil. Pueden ser de glándulas sedosas como es la seda o de folículos pilosos como la lana y los pelos, a decir:

Alpaca

La fibra de alpaca es parcialmente hueca, de 20 a 70 micras en diámetro y viene en 22 colores naturales. Es ligera, más fuerte que la lana de oveja y provee excelente aislamiento. Las alpacas Huacayo producen fibras suaves, densas y cortas, mientras

que el vellón de la rara suri es brillante, sedoso y liso. La alpaca se mezcla bien con la lana, el mohair y la seda. Suave y densa, brillante y sedosa, la alpaca es usada para hacer las telas más lujosas y ropa para deportes al aire libre.

Angora

El sedoso pelo blanco del angora es una fibra hueca clasificada como lana. Con un diámetro de 14 a 16 micras, es una de las fibras animales más sedosas. La lana de angora es muy suave al tacto, gracias al bajo relieve de su escala de cutícula. Los pelos son ligeros, absorben bien el agua y secan fácilmente. La lana Premium es tomada de la espalda y de los lados superiores del conejo. Fina, sedosa y excepcionalmente suave al tacto, la lana del conejo Angora es usada en tejidos de punto de alta calidad.

Camello

La fina fibra que cae de un camello Bactriano, tiene un promedio de cerca de 20 micras de diámetro y su longitud varía de 2.5 a 12.5 cm. El pelo de la cría de camello, el cual puede medir tan poco como 16 micras (a la par con la fina cachemira), es el más suave y más valioso. Por su calidad y escasez, el pelo de camello se utiliza en textiles de lujo. El hilo de camello de mejor calidad es hilado por mujeres en los hogares nómadas de Mongolia y de Mongolia Interior, China.

Cachemira

Los estándares de Estados Unidos establecen un promedio del diámetro para la fibra de cachemira en no más que 19 micras, y el tope de calidad de la fibra es de sólo 14. Tiene un rizado natural, que permite que sea hilada en finos tejidos ligeros. La cachemira tiene pequeños espacios de aire entre las fibras, lo que la hace cálida y liviana, mientras que las células delgadas de la cutícula superficial la hacen más lisa y brillante. Es lujosa, rara y costosa: la lana de seis cabras de cachemira es suficiente para hacer tan sólo una chaqueta deportiva de cachemira.

Mohair

El diámetro del mohair está entre las 23 micras en la primera esquila hasta las 38 micras en los animales más viejos. Luminosa y aislante, su fuerza de tensión es significativamente más alta que aquella de la lana de merino. Como la lana, el mohair

tiene escalas superficiales, pero éstas son más delgadas, haciéndolo suave al tacto. La luz reflejada desde la superficie da al mohair un brillo característico. Las escalas superficiales hacen al mohair suave al tacto, mientras que la luz reflejada desde su superficie le da su brillo característico.

Seda

Un filamento de seda es un hilo continuo de gran fuerza tensora que mide entre 500 y 1 500 metros de longitud, con un diámetro de 10 a 13 micras. En la seda tejida, la estructura triangular de la fibra actúa como un prisma que refracta la luz, dando al paño de seda su altamente estimado "brillo natural". Tiene buena absorción, baja conductividad y tiñe fácilmente. Creada en la antigua China, donde su uso se reservaba a la realeza, la seda sigue siendo la "reina de los tejidos".

Lana

La lana tiene un ondulado natural y patrones de escala que la hacen fácil de hilar. Las telas hechas de lana tienen mayor grosor que otros textiles, proveen mejor aislamiento y son resilientes, elásticas y durables. El diámetro de la fibra está entre las 16 micras en la lana superfina del merino (similar a la cachemira) a más de 40 micras en lanas de pelos bastos. Una oferta limitada y sus características excepcionales han hecho de la lana la fibra textil principal.

Fibras Químicas

Las fibras químicas no son objeto de este estudio, ya que se abarca únicamente la comparación de fibras naturales. Algunas de estas fibras también son utilizadas para el refuerzo de concreto, como, las fibras de polipropileno, además es un material compuesto 100% virgen en forma de monofilamentos, consistente en fibras continuas y discontinuas de polipropileno ensambladas en una matriz plástica. Por otra parte, las fibras químicas actúan como un refuerzo secundario del concreto, que al mezclarse con el concreto evita al micro agrietamiento tridimensional del elemento colado. Gracias a lo cual se reducen los agrietamientos por contracción plástica en estado fresco y por temperatura en estado endurecido, el polipropileno es un termoplástico que resulta de polimerizar el propileno, que es un producto gaseoso resultante de la refinación de petróleo. Sus características se centran en la versatilidad y el procesamiento fácil, además de que funciona como una barrera a la humedad.

Fibras Naturales Minerales

Se procede a exponer las propiedades de otras dos fibras cortas, se trata de las dos fibras naturales más empleadas actualmente para el refuerzo de concreto, son la fibra de vidrio y las fibras de acero, pertenecen al grupo de fibras naturales minerales. El objetivo es obtener unos valores más conocidos con los que comparar las fibras naturales vegetales, estudiadas previamente, para determinar si es posible su sustitución.

Fibra de Vidrio

La fibra de vidrio es un tipo de fibra natural mineral, actualmente muy utilizado para el refuerzo de materiales. Se puede encontrar en muchos formatos como mallas, rollos o láminas, pero el objeto de este estudio es el de las fibras cortas para el refuerzo en masa, por lo que estas serán expuestas. Las fibras de vidrio cortas se usan para mejorar la resistencia a tracción del concreto. (RIVERA, 2014).al mismo tiempo es un material muy usado actualmente en distintos productos industrias, los cuales van desde el cableado telefónico, de internet o televisión por cable, hasta los de aislamiento térmico y acústico, elaboración de tanques, recipientes industriales de almacenamiento, entre muchos más.

Además, los materiales compuestos generados por las fibras de vidrio, son conocidos con el nombre de GRC (Glass Fiber Reinforced Cement), su matriz resistente es un mortero de cemento hidráulico armado con fibras de vidrio. Están especialmente diseñadas para ser compatibles con el ambiente alcalino de la matriz del concreto, además este tipo de fibras aumenta la durabilidad abarcando a su vez revestimientos químicos, formulados para ayudar en el combate de la rigidización inducida por la hidratación y en el uso de una lechada con humo de sílice para rellenar los vacíos entre las fibras, reduciendo la capacidad de infiltración del hidróxido de calcio. La mayor aplicación del concreto reforzado con fibras de vidrio es la producción de paneles de fachada.

Fibra de Acero

Las fibras de acero son un tipo de fibra natural mineral. Actualmente el uso de estas fibras está bastante extendido, ya que sus propiedades aportan una notable mejora en el rendimiento y durabilidad en las construcciones en las que se utilizan. Este tipo de fibras responde a necesidades específicas en el refuerzo de concreto, en este caso aportan flexibilidad y una mejora en el control de fisuras. Las fibras de acero tienen multitud de acabados, pudiendo ser lisas, rugosas o mixtas, dependiendo del tipo de adherencia

deseado se utilizarán unas u otras. (BECOSAN, 2020), además es un tipo de refuerzo metálico, que se define como un conjunto de filamentos de alambre hechos de acero, doblados y cortados en frío, cuyo objetivo principal es mezclarse de manera homogénea en el concreto.

Su principal beneficio es aumentar la vida útil del concreto, mediante la reducción de fisuras y grietas, el incremento en la resistencia al impacto y fatiga del elemento, la disminución de despostillamientos, la reducción de la oxidación y la corrosión, además de la sustitución de varilla o malla en los armados tradicionales. (Psi, 2020), también genera un refuerzo homogéneo (en todas direcciones) para las estructuras de concreto, ahorra tiempo en la construcción, no genera residuos, es compatible con toda clase de aditivos y concretos, además de que no modifica las propiedades de estos últimos. (Psi, 2020), este tipo de fibra se aplica a pisos industriales, elementos prefabricados, estacionamientos, túneles, pavimentos de concreto, minería, y concreto lanzado. (Psi, 2020)

2.7 AGAVE KARWINSKII

El Cuishe Verde es un fenotipo local muy particular de *Agave karwinskii*. Parece ser el resultado de una polinización abierta. Por semilla, sólo se encuentran los Cuishes Verdes que crecen específicamente en esta región y vienen de semillas del Madrequishe, acertadamente llamada la “madre” de los agaves, pues es diversa la descendencia que nace de sus semillas. En ocho o doce años, el Cuishe Verde crece extremadamente largo y delgado, alcanzando hasta los 3 metros de altura. Estas plantas pueden pesar cientos de kilogramos y su rendimiento llega a producir un litro de destilado por cada 6-8 kilogramos de agave cocido. Este maguey no produce semillas, limitando su medio de propagación a su sistema de rizomas. Hay muy pocos campesinos que han tenido los medios o el conocimiento para producir esta variedad. Por estos motivos, el Cuishe Verde es extremadamentepreciado y una variedad cultivada muy rara de encontrar (Neta, 2022).

2.7.1 Definición

El Maguey, también conocido como Cabuya o Agave Americana, es una planta resistente de hojas en roseta, gruesas y carnosas, dispuestas sobre un tallo corto cuya piña inferior no sobresale de la tierra. Sus hojas están rígidas, con marginal y espinas de la apical su uso principalmente es para fabricar mezcal, y actualmente se está usando para la elaboración de papel, filtros, colchones, tapetes y tapicería (Neta, 2022).

2.7.2 Características

El Agave Karwinskii, es una especie micro endémica limita su distribución en las zonas áridas del valle de Tehuacán y los valles centrales de Oaxaca, entre los 750 y 2000m de altitud. A diferencia de otros magueyes mezcaleros, es una planta que crece en áreas de suelos calizos y poca lluvia, donde las colonias formadas por hijuelos dan sombra y humedad a las plantas más pequeñas. Por su tronco se le utiliza para leña y como cerca viva en la delimitación de terrenos; también se extraen fibras de sus hojas.

Se trata de una especie de aspecto muy variable; cambian su altura o grosor, así como el color, el tamaño y la forma de sus hojas. De ahí que se reconozcan variantes con nombres distintos. Es necesario profundizar nuestro conocimiento sobre la diversidad de formas que presenta esta especie para identificar sus subespecies, variedades o eco tipos. Maduran entre los 10 y 12 años.

2.8. FIBRAS APLICADAS A TABICONES

Las fibras aplicadas a los tabicones pueden ser fibras artificiales o de acero y algunas vegetales como a continuación se describen.

2.8.1 Fibra artificial (polipropileno)

El polipropileno es un plástico que ha logrado superar las deficiencias de este material en sus inicios, tales como su sensibilidad a la acción de la luz y al frío. Se obtiene a partir del propileno extraído del gas del petróleo; un material incoloro, muy ligero y duro capaz de tener una buena resistencia al choque, la tracción, agentes químicos y disolventes a temperatura ambiente. (Abramowicz, 2015).

Una de sus cualidades principales es su elevada resistencia a la tensión empleada a la elasticidad ya que es capaz de controlar la fisuración, mejorar la estabilidad dimensional y aumentar considerablemente la resistencia al impacto; siendo este un material no tóxico ni incómodo para trabajar. Entre sus ventajas está controlar tridimensionalmente la contracción plástica, reduce el deterioro de equipos, compatibilidad con todos los aditivos (acelerantes, retardantes, reductores, etc., resistencia a la corrosión y fácil funcionalidad sin afectar la hidratación química del cemento. Dentro de sus propiedades físicas está la gran capacidad de recuperación elástica, eso le permite una excelente compatibilidad con el medio, siendo este un material fácil de reciclar y resistente al gran impacto. (Abramowicz, 2015).

2.8.2 Fibra vegetal (abacá)

El abacá o también llamada Cáñamo de Manila, es una planta herbácea que pertenece a la familia Musáceas, similar a una planta de banano; contiene propiedades diferentes de donde se extraen fibras usadas como refuerzo del mortero. El abacá es valorado por sus magníficas propiedades de resistencia, longitud y brillo. (Productor, 2012).

Además, las diferentes clases de fibras que se extraen poseen características tales como:

1. Color y la forma de las flores
2. Tamaño y forma del pseudotallo
3. Rendimiento y calidad de la fibra
4. Resistencia a las enfermedades
5. Adaptación a las condiciones ecológicas

Entre las propiedades principales del abacá esta su gran resistencia mecánica, flotabilidad y resistencia al daño por agua salada; su diferenciación por colores depende de la zona de la cual ha sido extraída de la planta, se considera la de color blanco como la de mejor calidad y la de color negro la de menor calidad. (Productor, 2012).

2.8.3 Fibra de acero

En el año 1970 surgen las fibras acero para el refuerzo del concreto, siendo producidas con alambres de acero con bajo contenido de carbono; permiten un anclaje sólido que aumenta la adherencia de la fibra a la matriz del concreto.

De esta manera debido a la poca resistencia de tenacidad y a la tracción del concreto, se adicionan las fibras que optimizan la resistencia de acciones dinámicas y controla en los procesos de fisuración. (Abramowicz, 2015)

Asimismo, las ventajas principales que se pueden encontrar en las fibras de acero son:

1. Ahorro en costos del diseño de mezclas, mantenimiento (concreto más durable) y construcción de juntas al permitir hacerlas más distanciadas.
2. Mayor resistencia a la fatiga, impacto, velocidad en ejecución y durabilidad del concreto para tener mejor control de fisuras.

3. Notable reducción de tiempo en construcción (30%), debida a su aplicación fácil y rápida.
4. Control eficaz de las fisuras y retracción de secado.

Finalmente, las fibras de acero tienen una funcionalidad múltiple en trabajos de construcción, tales como: pisos industriales, pavimentos, túneles, puentes, entre otras múltiples estructuras de concreto.

2.8.4 Propiedades mecánicas de las fibras naturales.

Las fibras naturales necesitan tener adecuadas propiedades mecánicas para ser consideradas como posible refuerzo en matrices de cemento. En los últimos 30 años los investigadores interesados en este tema realizaron un gran número de trabajos para obtener esta información.

A continuación, se presenta un resumen de las propiedades físico mecánicas de fibras naturales con mayor uso como refuerzo de concreto base cemento portland. **Ver tabla 2.**

Tabla 2. Propiedades mecánicas típicas de las fibras naturales.

Tipos de fibra	Longitud mm	Diámetro mm	Densidad Absoluta g/cm ²	Módulo de Elasticidad Gpa	Resistencia Última a Tensión Mpa	Elongación a la Ruptura %	Absorción de Agua %
Yule	1800-3000	0.10-0.20	1.02-1.04	26-32	250-350	1.5-1.9	62
Lico	500	----	----	100	1000	1.8-2.2	----
Bambú	2500-3500	0.05-0.40	1.52	33-40	350-500	-----	40-45
Caña de azúcar	50-300	0.20-0.40	1.20-1.30	15-19	170-290	-----	70-75
Sisal	----	0.10-0.50	-----	13-26	280-568	3--5	60-70
Henequén	----	0.36	1.40	-----	91-307	2.3-7.6	163.10
Pasto de elefante	----	0.45	-----	5	178	3.6	-----
Plátano	----	0.43	0.298	1.4	92	5.9	276
Masemba	----	0.82	----	0.9	83	0.7	----
Coco	50-350	0.10-0.40	1.12-1.15	19-26	120-200	oct-25	130-180

Fuente: Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describen las características y metodología utilizadas en el desarrollo de la presente investigación, así como también se hace mención de las pruebas realizadas en el laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Oaxaca además se hace mención de las técnicas e instrumentos aplicados. Además, se hace mención del procedimiento realizado para la fabricación de tabicones adicionados con figura de bagazo de maguey cuishe. **Ver figura 6.**

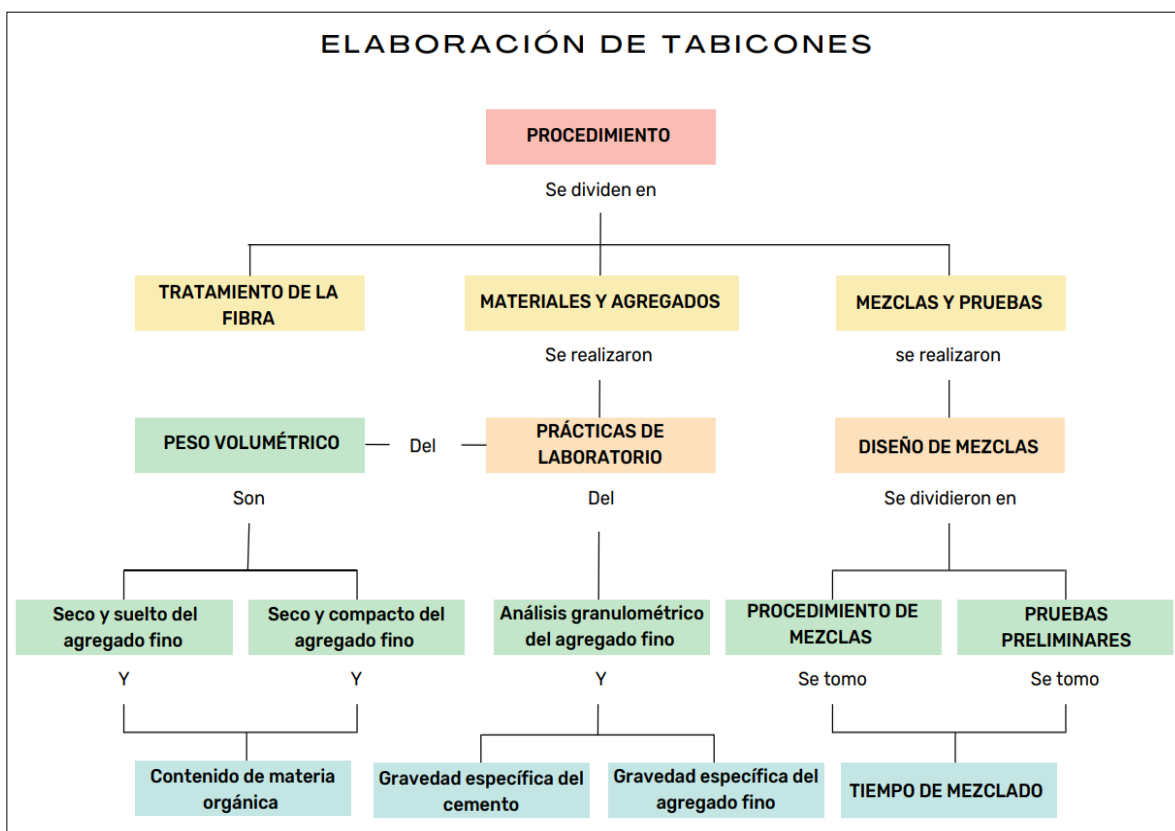


Figura 6. Esquema de la metodología del procedimiento.

Fuente: Concretos base cemento portland reforzados con Fibras naturales.

3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

“El tabicón es un producto compacto de forma rectangular, de color natural grisáceo de superficie rugosa y con diversos tipos de acabados, de acuerdo a las necesidades y gustos del constructor por lo cual surgió la problemática de poder mejorarlo adicionándolo con fibra de bagazo de maguey que hoy en día se utiliza como desperdicio en varias fábricas de producción del estado de Oaxaca el uso”. (López, 2014).

3.1.1 Tratamiento de la fibra natural.

La fibra de bagazo de maguey para la realización del proyecto se obtuvo de la comunidad de San Simón Almolongas, Oaxaca, el 22 de agosto del 2022, posteriormente se le hizo una limpieza para eliminarle toda la materia orgánica (basura y desechos orgánicos) que esta presentaba. La fibra se sumergió (el bagazo de maguey cuishe o cuish) en agua potable hasta cubrirlo totalmente y se dejó durante 24 h para poder separar y ablandar la pulpa de la fibra, se extrajo y se lavó posteriormente con una hidro lavadora, para eliminar la pulpa y los azúcares de las fibras. Cuando el bagazo de maguey fue lavado se dejó expuesto al sol durante 12 h para ser secado. Una vez seco el bagazo de maguey, se cortó la fibra con tijeras de tipo sastre por la dureza de la fibra además durante este proceso se determinaron los tamaños requeridos de la fibra y la adición de fibra necesaria para utilizar en el diseño de mezcla para la elaboración de piezas de tabicón adicionados con fibra de bagazo de maguey cuishe.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y AGREGADOS.

La caracterización de los materiales y de los agregados se realizaron de acuerdo a las Normas Mexicanas reforzando algunos de los conocimientos adquiridos de la materia de Tecnología del Concreto, además se desarrollaron las pruebas de una manera eficiente procediendo con el siguiente orden posterior. ***Ver anexo I.***

3.2.1 Peso específico o volumétrico de los agregados secos y sueltos.

Esta prueba tuvo como objetivo determinar el peso volumétrico seco y suelto de los agregados pétreos como se muestra en el anexo II, en este caso el agregado fino, se utilizó de guía las prácticas de laboratorio que se impartieron dentro del área de Ciencias de la Tierra. ***Ver anexo II.***

3.2.2 Determinación del peso volumétrico seco y compacto del agregado fino.

Como se muestra en el anexo III, con esta prueba se logró determinar las características que tiene el agregado fino respecto a su peso volumétrico. Para poder realizar los cálculos correspondientes que sirvieron para determinar la cantidad exacta que ocupa la arena en la fabricación de un tabicón pesado en su respectivo molde. ***Ver anexo III.***

3.2.3 Análisis granulométrico de los agregados finos, mediante el uso de las mallas.

Esta prueba fue realizada con base en el análisis del tamaño de las partículas del agregado fino, siguiendo el procedimiento descrito en la norma A. S. T. M. C-136-46. El objetivo de la prueba fue determinar la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen la arena o agregado fino, además de su módulo de finura.

Así mismo con los resultados obtenidos como se muestra en el anexo IV de la presente práctica realizada podemos determinar si el agregado fino es un agregado bien graduado para la realización del diseño de mezclas. Cabe señalar que la arena presento partículas de polvo que pasaron la malla No. 200. **Ver anexo IV.**

3.2.4 Determinación de la gravedad específica o densidad relativa del agregado fino.

La determinación de la gravedad específica o densidad relativa se realizó siguiendo el procedimiento descrito en la norma A. S. T. M. 128-59. Conjuntamente, en el anexo V se detalla la descripción de la prueba y los resultados obtenidos. **Ver anexo V.**

3.2.5 Determinación del contenido de materia orgánica.

La determinación en forma aproximada la presencia de sustancias orgánicas en la arena que se utilizó en la elaboración del diseño de mezclas se realizó siguiendo el procedimiento descrito en la norma A. S. T. M. C-40-60. Cabe aclarar que, si existen en altas cantidades de sustancias orgánicas en el agregado fino, estas alteran en forma perjudicial las reacciones normales entre el agua y el cemento. Además, en el anexo VI se muestra la descripción del procedimiento y resultados. **Ver Anexo VI.**

3.2.6 Determinación de la gravedad específica o densidad relativa del Cemento.

Como se describe en el anexo VII, para la caracterización del cemento en cuanto a su gravedad específica, se siguió el procedimiento descrito en la norma A. S. T. M. El cemento empleado para las mezclas fue de la marca Fortaleza (cemento gris / CPC 30R RS / Neto. 50 kg). Además, en el anexo VII, se encuentra una descripción detallada de la prueba y cálculo de resultados que se obtuvieron al momento de ejecutarla. **Ver anexo VII.**

3.3. ELABORACIÓN DE MEZCLAS Y PRUEBAS

Tomando como referencias el documento técnico (Domínguez, 2022), publicado por el Instituto Politécnico Nacional, para la presente tesis se emplearon los siguientes materiales: Cemento de la marca Fortaleza (cemento gris / cpc 30R RS / Neto. 50 kg); arena de río, obtenida de un banco natural, suministrada por el proveedor contratado por parte del Tecnológico Nacional de México – Campus Oaxaca (Instituto Tecnológico de Oaxaca). Las pruebas realizadas al agregado fino se realizaron una vez que el material se encontraba totalmente seco. Para el mezclado de los materiales se utilizó agua potable proveniente de la red hidráulica propia del Instituto, la cual cumple con los requisitos de la norma NMX-C-122- ONNCCE.

El bagazo maguey cuishe se empleó como fibra natural, esta fibra se considera como un material producto de desecho del proceso de fabricación del mezcal, por lo que se genera en grandes cantidades en las regiones donde se produce esta bebida ancestral como lo son los Valles Centrales y la Sierra Sur del estado de Oaxaca. La fibra antes mencionada, procede de la comunidad de San Simón Almolongas del ubicada en la Sierra Sur.

3.3.1 Diseño de mezclas

Los diseños de las mezclas tuvieron como base las cantidades indicadas en la tesis de licenciatura de López (2016), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México. Se determinó la dosificación de una mezcla para la realización de tres piezas de tabicones en nuestro caso se eliminó el componente grava para elaborar el diseño de mezcla para la fabricación de piezas de tabicón. Para la dosificación del diseño de mezclas se tomó como referencia inicial el peso, con el propósito de poder hacer diferentes modificaciones, además, se fue agregando agua gradualmente ya que esta mezcla es de consistencia seca y requiere de poca cantidad de agua para obtener proporciones volumétricas previstas. (López, 2016).

3.3.2 Pruebas y mezclas preliminares

Se realizaron pruebas preliminares, con la intención de ir corroborando el diseño de mezclas propuesto a manera de evaluar la trabajabilidad de cada diseño y el efecto que se producía al incluir cada tipo de fibra. Se aplicó un criterio para determinar la cantidad de agua en cada mezcla. Una cantidad de agua en exceso se torna fluida y, por el contrario, una mezcla con poca agua no logra una unión entre los materiales utilizados.

Las proporciones volumétricas ensayadas en el laboratorio de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Oaxaca fueron; 1:1, 1:2, y 1:3. Los porcentajes de fibra fueron 0.5%, 1% y 1.5%, con varios tamaños: de 5 cm, 3 cm, y 1.5 cm correspondientes de longitud tomando en cuenta el porcentaje de fibra de 1%, que fue tomado en peso ya que en volumen los datos variaban mucho ya que la fibra tiende a no ser proporcional por eso al ver que al pesarla fibra se comportaba de mejor forma se optó por tomar los agregados por el peso y así realizar el diseño de mezcla correspondiente, por lo que fue utilizado como base para el diseño de la mezcla con fibra. La cantidad de agua se midió con una probeta y se verificó que la mezcla cumpliera con características peculiares de trabajabilidad y adherencia como se muestra en la tabla 3 y en la tabla 4.

Tabla 3. Pruebas preliminares para el diseño de mezcla de control.

ENSAYOS	MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
Diseño 1 (Proporción general de tres tabicones de control)	ARENA	10	kg	La mezcla es un poco oscura, tiene un aspecto no homogéneo, al realizar una prueba se aprecia una separación de los materiales, el contenido de agua es muy poco ya que la mezcla no se adhiere.
	CEMENTO	1	kg	
	FIBRA	0	kg	
	AGUA	0.270	kg	
Diseño 2 (Proporción general de tres tabicones de control)	ARENA	10	kg	La mezcla se ve un poco gris, sigue manteniendo la consistencia, y los materiales se adhieren entre sí, al realizarle la prueba de compresión sigue siendo es muy débil es decir todavía no pasa lo que indica la norma.
	CEMENTO	2	kg	
	FIBRA	0	kg	
	AGUA	1	kg	
Diseño 3 (Proporción general de tres tabicones de control)	ARENA	10	kg	La mezcla se ve gris, además aumento la consistencia que tenía en el anterior diseño y los materiales se siguen adhiriendo entre sí, al realizarle la prueba de compresión este no pasa por lo que indica la norma, además al desmoldarlo este se agrieta provocando fallas de error por grietas.
	CEMENTO	3	kg	
	FIBRA	0	kg	
	AGUA	1.5	kg	
Diseño 4 (Proporción general de tres tabicones de control)	ARENA	15	kg	Al incrementar el volumen la mezcla se ve gris, además aumenta la consistencia que tenía en el anterior diseño y los materiales se siguen adhiriendo entre sí, al realizarle la prueba de compresión este si pasa por lo que indica la norma, pero al desmoldarlo este se ablanda provocando fallas de error por deformación.
	CEMENTO	4.5	kg	
	FIBRA	0	kg	
	AGUA	1.756	kg	

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Tabla 4. Pruebas preliminares para el diseño de mezclas adicionado con fibra.

ENSAYOS	MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
Diseño 5 (Proporción para tres tabicones adicionados con fibra al 1% cortada en tiras de 5 cm)	ARENA	15	kg	La mezcla tiene un color gris, el material es menos manejable y al agua le cuesta un poco más de trabajo adherir los agregados además se puede observar que al desprenderlo del molde éste los rompe de los lados.
	CEMENTO	4.5	kg	
	FIBRA	0.213	kg	
	AGUA	1.756	kg	
Diseño 6 (Proporción para tres tabicones adicionados con fibra al 1% cortada en tiras de 3 cm)	ARENA	15	kg	La mezcla tiene un color gris, el material es más manejable y al agua le cuesta un poco menos de trabajo adherir los agregados además se puede observar que al desprenderlo del molde este se rompe menos de los lados.
	CEMENTO	4.5	kg	
	FIBRA	0.213	kg	
	AGUA	1.756	kg	
Diseño 7 (Proporción para tres tabicones adicionados con fibra al 1% cortada en tiras de 1.5 cm)	ARENA	15	kg	La mezcla tiene un color gris, el material es más manejable y al agua le cuesta menos de trabajo adherir los agregados además se puede observar que al desprenderlo del molde este ya rompe de los lados además sigue manteniendo la misma consistencia, pero sigue teniendo algunos problemas al momento de moverlos.
	CEMENTO	4.5	kg	
	FIBRA	0.213	kg	
	AGUA	1.756	kg	
Diseño 8 (Proporción para tres tabicones adicionados con fibra al 1% cortada en tiras menores a 1.5cm)	ARENA	16	kg	La mezcla tiene un color gris, el material es más manejable y al agua no le cuesta trabajo adherir los agregados además se puede observar que al desprenderlo del molde este ya rompe de los lados además sigue manteniendo la misma consistencia y ya no tiene problemas al momento de moverlos.
	CEMENTO	4.5	kg	
	FIBRA	0.213	kg	
	AGUA	1.756	kg	

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Reporte fotográfico de actividades preliminares.

En este apartado se muestran algunas imágenes de la actividad preliminar de este experimento, en el anexo VIII, se detallan las actividades que se realizaron. **Ver anexo VIII.**



Figura 7. Tabicones adicionados con fibra de bagazo de maguey cuishe.

Fuente: Laboratorio del Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Con base en los resultados que se obtuvieron de las pruebas preliminares realizados a los tabicones de ensayo en el laboratorio de Ingeniería Civil, se pudo determinar el diseño de mezcla definitivo mencionados en la tabla 5.

Para poder ensayarlos se realizaron treinta tabicones normales es decir de control (C) y otro ochenta y uno tabicones adicionados con fibra (bagazo de maguey cuishe), además para poder demostrar su resistencia mecánica a la compresión simple se optó por realizar tres diseños de mezclas con veintisiete tabicones cada uno adicionados con fibra de bagazo de maguey cuishe (M1, M2, M3), cuyas proporciones están descritas en la tabla 5.

El diseño de mezclas está basado en la capacidad para elaborar tres tabicones de concreto puesto que es la cantidad máxima que tiene la bloquera para fabricar dichos tabicones, la elaboración de los tabicones tiene la finalidad de poder comparar las resistencias a la compresión simple de los distintos tabicones con sus diseños correspondientes además se tomaron cinco especímenes de cada diseño de mezcla y se ensayaron a los 7, 14, 28, y 56 días después de su elaboración.

Tabla 5. Diseño de mezclas definitivo para la elaboración de tabicones.

MEZCLAS	TIPO DE PROPORCIÓN			
TIPO	ARENA	AGUA	FIBRA	CEMENTO
C	16 kg	1.933 kg	0 kg	4.800 kg
M1	16 kg	1.933 kg	0.113 kg	4.800 kg
M2	16 kg	1.933 kg	0.227 kg	4.800 kg
M3	16 kg	1.933 kg	0.340 kg	4.800 kg

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Donde:

C= Diseño de mezcla de tabicones de control que se ensayaron a los 7, 14, 28 y 56 días después de su elaboración.

M1= Diseño de mezcla adicionado con 0.5% de fibra de bagazo de maguey cuishe que se ensayaron a los 7, 14, 28 y 56 días después de su elaboración.

M2= Diseño de mezcla adicionado con 1% de fibra de bagazo de maguey cuishe que se ensayaron a los 7, 14, 28 y 56 días después de su elaboración.

M3= Diseño de mezcla adicionado con 1.5% de fibra de bagazo de maguey cuishe que se ensayaron a los 7, 14, 28 y 56 días después de su elaboración.

3.3.3 Descripción del procedimiento de mezclas

El mezclado de los materiales se realizó en tres etapas; la primera fue el mezclado en seco de la arena y el cemento hasta que se incorporaron de manera homogénea, posteriormente se agregó la mitad del agua y se procedió a mezclar por 5 minutos; por último (previo secado manual de la fibra retirando el exceso de agua), se incorporó la totalidad del agua y el porcentaje de fibra considerado mezclando todo por 7 minutos aproximadamente.

La mezcla se colocó en un bloquera de compactación manual de tres celdas para la elaboración de las piezas, la compactación la realizó el mismo operador para reducir la variación en presión. Por cada mezcla se elaboraron 25 especímenes con dimensiones de 10 cm x 14 cm x 28 cm.

Los tabiques se ensayaron a la compresión axial a los 7 ,14 ,28 y 56 días utilizando 5 especímenes por día de prueba. Las pruebas de absorción se realizaron a los 56 días utilizando 5 especímenes siguiendo el procedimiento descrito en la norma NMX-C-037-ONNCCE2013. **Ver anexo XV.**

Las fibras se adicionaron manualmente durante el tercer tiempo de mezclado tratando de evitar que se entrelazaran, lo cual se logró conseguir por lo que fue un procedimiento manual y se logró esparcir bien la fibra por toda la mezcla, pero variando un poco al momento de vaciarlo en la bloquera además en algunos casos se tuvo que separar la fibra manualmente, al momento de vaciar y compactar la mezcla en la bloquera se realizó durante un promedio de 5 a 7 minutos, se marcaron los tabicones con una nomenclatura(C, M1, M2 y M3) para llevar un seguimiento de cada bachada realizada, finalmente se sacaron los tabicones de la bloquera y se llevaron en un cuarto húmedo para su curado.

El mezclado fue realizado manualmente de una forma adecuada bajo el siguiente procedimiento:

- Se humedece la carretilla para evitar que éste absorbiera el agua de mezclado.
- Se vació en la carretilla todo el porcentaje de arena y se esparció sobre ésta toda la cantidad de cemento para el diseño de la mezcla.
- Se uniformizó la mezcla con dos cucharas para la albañilería haciendo tres conos y después se truncó el cono en forma de plato extendido.

- Se adiciona el 50% de agua dejando la otra parte para ser vertida en la fase final y se volvió a mezclar.
- Se esparció la mezcla y se integró la fibra en su totalidad esparciéndose por todos los lados, posteriormente se agregó el porcentaje de agua restante y se volvió a mezclar.
- Se movió la carretilla al lugar de la bloquera manual y se pegó lo más que se pudo y con ayuda de un cucharón se empezó a vaciar la mezcla.
- Se llenaron los tres volúmenes de tabicones de la bloquera con la mezcla para la realización de su compactación se realizaron tres repeticiones de vaciado de 4 a 6 compactaciones manuales.
- Después, se retiraron los tabicones de la bloquera con su tarima correspondiente.
- Finalmente, se marcaron los tabicones con su nomenclatura y su número de bacheada y se trasladaron a un cuarto húmedo para su proceso de curado y para posteriores pruebas de ensayo.

3.3.4 Tiempo de mezclado

Para producir un diseño de mezcla para la fabricación de tres tabicones normales se registró un tiempo promedio de mezclado y de fabricación de aproximadamente 15 minutos y para la elaboración de las tres piezas de tabicón con la adición de fibra tuvo una duración aproximada de 25 minutos.

Generalmente cuando se emplean ciertos tipos de agregados como en este caso la fibra, aunado con las condiciones de trabajo, así como la temperatura ambiente del lugar, modifican el tiempo del mezclado que se requiere para cada mezcla (Domínguez, 2022).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Los resultados de este presente reporte de residencia tuvieron como principal objetivo demostrar la importancia de la implementación de la adición del bagazo de maguey cuishe en los tabicones pesados y con esto poder determinar la diferencia que tiene con respecto a un tabicón de fabricación normal o convencional así también se determinaron las pruebas de la resistencia a la compresión simple y de absorción.

4.2 Resultados de pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple

Los resultados de resistencia la compresión axial se muestra en la figura 7, dichos resultados corresponden a cuatro edades de prueba. No se logra identificar un efecto evidente de incremento de resistencia a la compresión o tendencia respecto a la edad de prueba, sin embargo, a la edad de 56 días se puede observar que la resistencia a la compresión incrementa conforme el porcentaje de sustitución de fibra es mayor. Las variaciones en resultados respecto a la edad pueden deberse a la falta de control en la compactación de los especímenes o a las variaciones de humedad durante el proceso de curado. Debido a que los tabiques presentan un alto contenido de agregado fino, podemos suponer que la principal variable en su resistencia es el grado de compactación de los especímenes, ya que la influencia de la hidratación es mínima debido al bajo volumen de pasta de cemento en la mezcla.

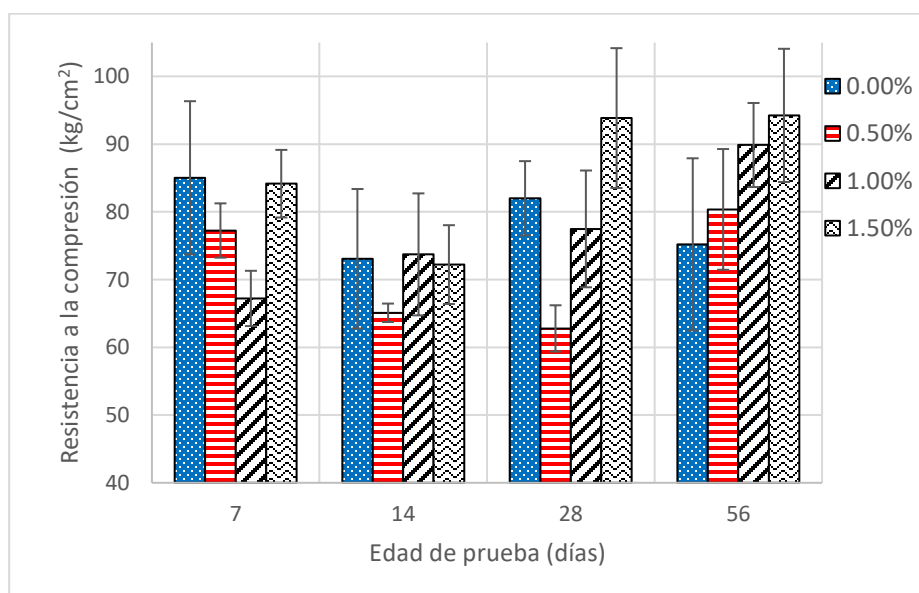


Figura 8. Resistencia a la compresión respecto al día de prueba para todas las mezclas respecto al porcentaje de fibra.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Antes de realizar los ensayos a la compresión axial, se tomaron medidas de las tres dimensiones de todos los especímenes de cada mezcla, también se determinó su peso, con esos datos se estimó el peso volumétrico de cada mezcla (Figura 8). La heterogeneidad de los especímenes se puede manifestar en las variaciones en los pesos volumétricos respecto a la edad de prueba. Cabe señalar que la elección de los especímenes a ensayar a la compresión fue de manera aleatoria. Los especímenes que contiene fibra se mantuvieron casi sin variación en sus pesos volumétricos respecto al tiempo, siendo la mezcla sin fibra la que más variaciones tuvo.

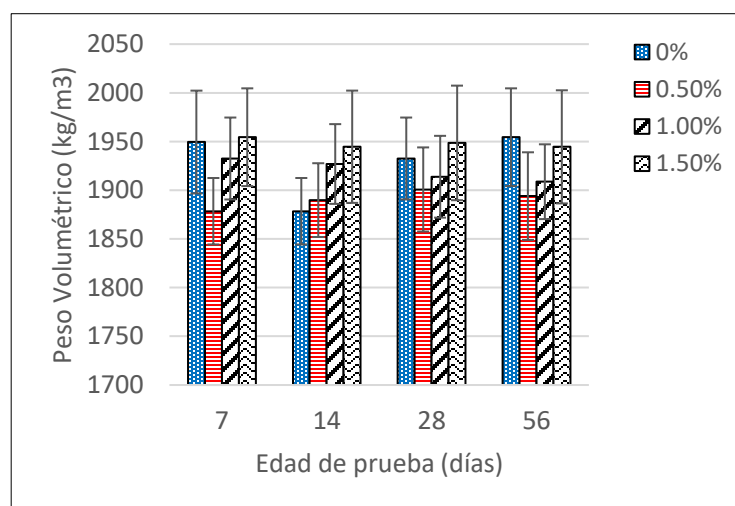


Figura 9. Variaciones del peso volumétrico de cada mezcla respecto al tiempo respecto al porcentaje de fibra.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

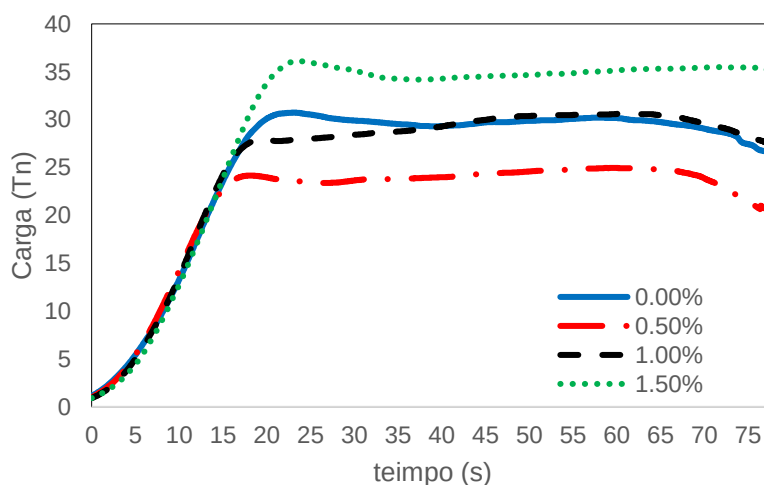


Figura 10. Variación de carga aplicada en la presa respecto al tiempo de ensaye de la prueba de compresión axial a la edad de 28 días para las diferentes mezclas con diferentes porcentajes de fibra.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

De los datos obtenidos del equipo de ensaye a la compresión (prensa hidráulica marca TK de marcos pretensados de cuatro columnas que cumple con los requisitos de las normas ASTM C39 | BS 1610 | NF P18-411 | AASHTO T22) se obtiene los registros de carga aplicada respecto al tiempo de prueba, obteniéndose curvas como las que se muestran en la figura 11. Se puede observar que a 28 días la mezcla con un contenido de fibra de 1.5% presenta mayor capacidad de carga, seguido de la mezcla control, la que contine 1.0% de fibra y 0.5% de fibra respectivamente. Si bien esta tendencia no se mantiene en todas las edades ni se observa una tendencia general respecto al tiempo, las gráficas de carga versus tiempo se intentaron correlacionar de manera indirecta con la ductilidad de las mezclas (Tabla 5).

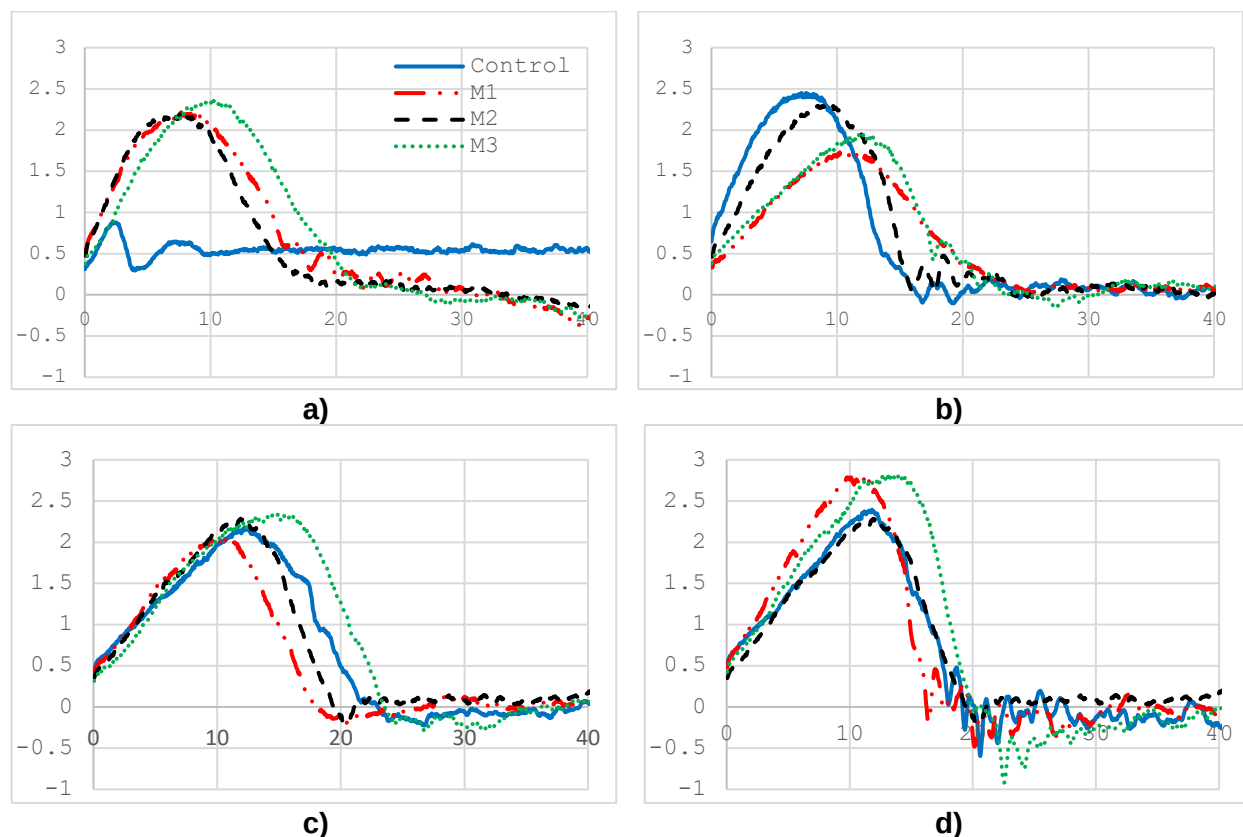


Figura 11. Diferenciales de la curva de carga vs tiempo de ensaye de compresión axial, a) 7 días, b) 14 días, c) 28 días y d) 56 días.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

El proceso de análisis consistió en calcular las razones de cambio de las curvas de carga versus tiempo de cada prueba para cada edad de ensaye (7, 14, 28 y 56 días), el tiempo de prueba en que tardaron en alcanzar su máximo valor de pendiente se utilizó como un indicador del efecto que tuvo la fibra sobre la ductilidad de los tabiques, mayores tiempos pueden sugerir mayor ductilidad de la mezcla. La tabla 6 presenta los valores máximos de pendientes de las curvas, así como el tiempo de prueba en que fueron alcanzados.

Tabla 6. Valores máximos de la razón de cambio de la curva de carga vs tiempo de ensaye a la compresión axial y su ubicación en el tiempo de la prueba.

Edad de prueba (días)	Mezcla (% de fibra)							
	0.00%		0.50%		1.00%		1.50%	
	tiempo (s)	Razón de cambio (tn/s)	tiempo (s)	Razón de cambio (tn/s)	tiempo (s)	Razón de cambio (tn/s)	tiempo (s)	Razón de cambio (tn/s)
7	2.25	0.87886268	7.6	2.21741513	7.5	2.19688477	10.05	2.35460146
14	7.55	2.45072707	10.15	1.73012493	9.45	2.30687857	11.9	1.94956868
28	11.45	2.01809386	10.45	2.05262838	12.05	2.30660664	14.7	2.34984277
56	11.8	2.39607007	10.9	2.79158547	13.4	2.46867414	13.6	2.58120457

Como se puede observar en la figura 12, los especímenes que tienen un contenido de fibra de 1.0 y 1.5 % presentan mayores tiempos en los cuales alcanza su mayor pendiente de la gráfica carga versus tiempo, estos tiempos se incrementan conforme la edad de prueba avanza. La mezcla con un contenido de 0.5% de fibra presenta muy pocas variaciones respecto a la edad de prueba y solo alcanza valores mayores de tiempo del valor máximo de la razón de cambio a la edad de 7 y 14 días respecto a la mezcla control.

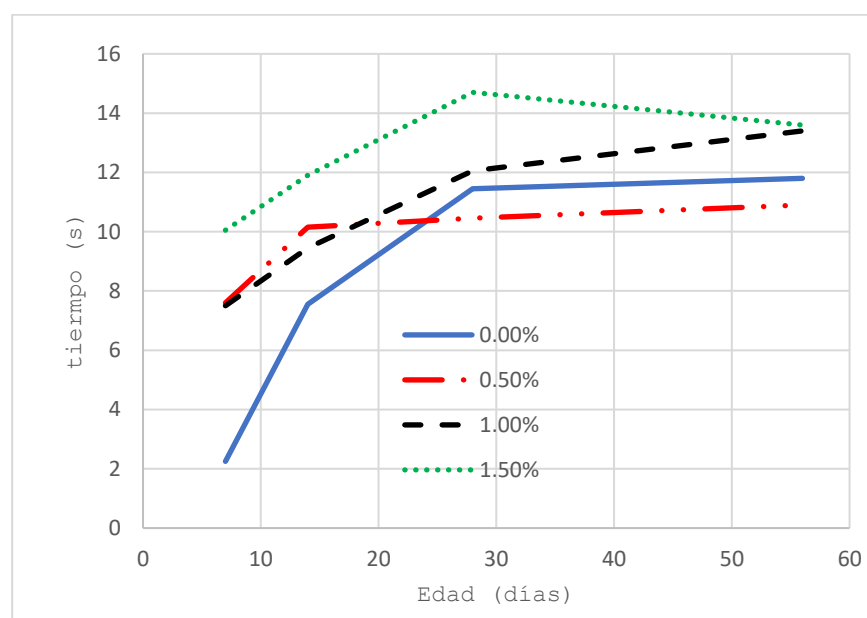


Figura 12. Variaciones de la ubicación en el tiempo de prueba del valor máximo de la razón de cambio del ensaye a la compresión axial para diferentes edades.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

A continuación, se muestra algunas tablas y las gráficas de los resultados de las pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple de los tabicónes ensayados.

Los parámetros utilizados en la prensa hidráulica fueron gradiente a 137.000 MPa/sec, con una carga inicial de 2 kN, con una carga de ruptura del 25% además las dimensiones se tomaron en base a un cubo tomando datos para el tronado del ancho y el alto en mm.

En la tabla 7, se muestran los promedios obtenidos de la prueba de tronados a tabicones de concreto de control y adicionados con fibra (bagazo de maguey cuishe) de cada diseño de mezcla, de control y con 0.5%, 1% y 1.5% de adición de fibra de bagazo de maguey cuishe.

Tabla 7. Resultados de los ensayos realizados a los tabicones.

Control	RESISTENCIA PROMEDIO	
	No. Días	Resistencia Máxima
		Kgf/cm ²
	7	86.7
	14	71.5
	28	85.3
	56	75.7

Resultados de los ensayos a control.

Fibra al 0.5%	RESISTENCIA PROMEDIO	
	No. Días	Resistencia Máxima
		Kgf/cm ²
	7	71.2
	14	64.2
	28	65.3
	56	67.3

Resultados de los ensayos con fibra al 0.5%.

Fibra al 1%	RESISTENCIA PROMEDIO	
	No. Días	Resistencia Máxima
		Kgf/cm ²
	7	68.4
	14	73.7
	28	77.0
	56	87.8

Resultados de los ensayos con fibra al 1%

Fibra al 1.5%	RESISTENCIA PROMEDIO	
	No. Días	Resistencia Máxima
		Kgf/cm ²
	7	83.2
	14	73.6
	28	95.8
	56	91.3

Resultados de los ensayos con fibra al 1.5%.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

La prueba de la resistencia mecánica a la compresión simple aplicada a piezas de tabicones. Además, se muestran los promedios generales para los tronados de los tabicones normales y adicionados con fibra en los cuales los especímenes cuyo porcentaje de fibra es del 1.5% fueron adquiriendo mayor resistencia a lo largo del tiempo. **Ver anexo IX.**

La tabla de las edades para cada tronado de tabicón definidas en el anexo X, es muy importante para la realización de las gráficas ya que en estas tablas se les puede realizar posteriormente la desviación estándar, esto con el propósito de poder demostrar estadísticamente las variaciones que se tienen entre tabicones de la misma mezcla para cada edad de prueba. **Ver anexo X.**

Con los resultados obtenidos en las gráficas proporcionadas por el anexo IX, podemos observar en la figura 13, que la resistencia mecánica a la compresión simple de los tabicones de control tienen menor resistencia a los adicionados con fibra, por ejemplo, en el diseño de la mezcla M2 (fibra al 1%), la resistencia a los 7 días fue de 68.376 kgf/cm² además fue aumentando su resistencia gradualmente a lo largo del tiempo llegando a si a los 56 días obteniendo una resistencia promedio de 87.804 kgf/cm², por lo cual podemos concluir que los tabicones que están adicionados con fibra tienden a tener mejor resistencia conforme pasa el tiempo. **Ver anexo IX.**

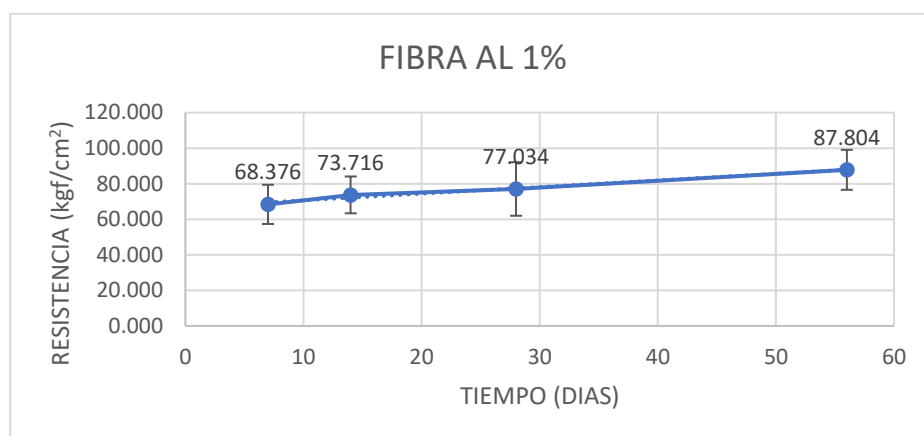


Figura 13. Resistencia de los diseños de la mezcla M2.
Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

La gráfica proporcionada por el anexo X, denominada “Proporcionamientos de las mezclas”, tuvo como finalidad demostrar las diferencias que tienen los tipos de mezclados (C, M1, M2 y M3), con relación a la resistencia mecánica a la compresión simples con respecto a un tiempo determinado de igual manera se observan las resistencias máximas y mínimas en el transcurso de tiempo. **Ver anexo X.**

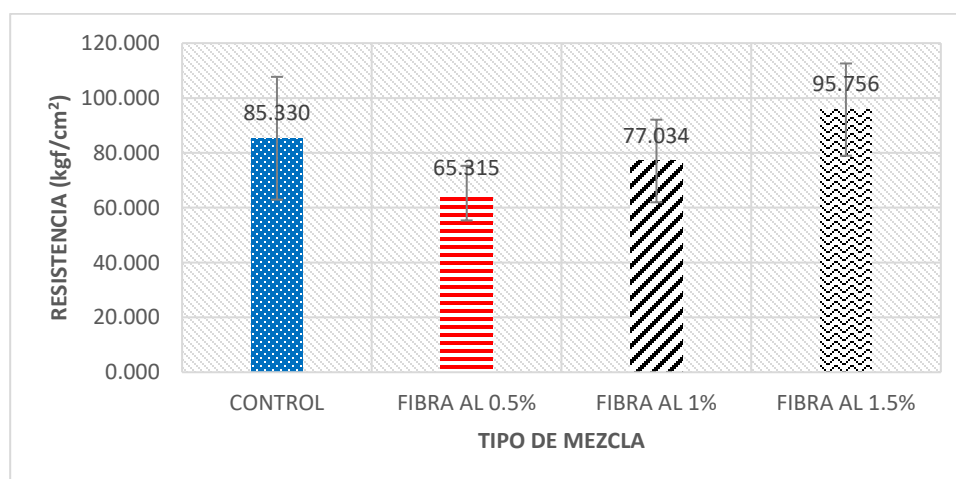


Figura 14. Resistencias a la compresión de los especímenes a 28 Días.
Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Los resultados presentados en la figura 14, muestran las diferencias que tienen los diferentes tipos de tabicones que se realizaron a los 28 días de curado, además esta grafica demuestra la resistencia mecánica a la compresión simple que logro adquirir los 4 tipos de tabicones a los 28 días de curado. Por ejemplo, el tabicón con la nomenclatura M3 (fibra al 1.5%), indican que es la que obtuvo mayor resistencia a los 28 días, pudiendo superar en algún caso los 100 kgf/cm², además el diseño de mezclas fue diseñado para que el tabicón soportara 70 kgf/cm², como lo indica la NMX-C-36-ONNCCE-2004. **Ver anexo XII.**

4.3 Resultados de las pruebas de absorción

En cuanto a la prueba de absorción, esta se realizó a la edad de 56 días, siguiendo el procedimiento descrito en la norma (NMX-C-037-ONNCCE2013), como se puede observar en la figura 15, la absorción de los especímenes es mayor en la mezcla que no tiene fibra y mucho menor para la mezcla con un contenido de 0.5% de fibra, los especímenes con 1.0 y 1.5% de fibra presentan valores similares de absorción. **Ver anexo XI.**

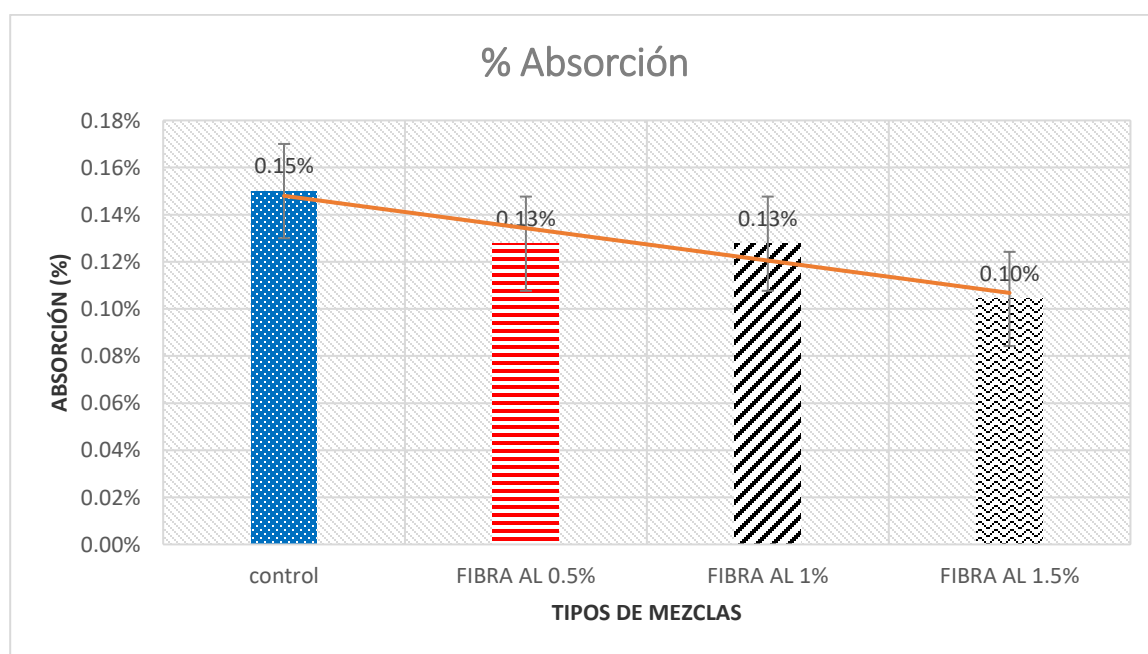


Figura 15. Porcentaje de absorción de las diferentes mezclas.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

ACTIVIDADES SOCIALES

A continuación, se muestran algunas de las actividades que se realizaron en su momento por parte del Tecnológico Nacional de México – Campus Oaxaca (instituto Tecnológico de Oaxaca), al momento de realizar mi residencia profesional en las cuales estuve participando obteniendo más conocimiento sobre ciertos temas de ingeniería civil.

Tabla 8. Actividades realizadas por parte del Instituto Tecnológico de Oaxaca.

actividades	Descripción
Servicio social 2022	Colaboración en conjunto con estudiantes de servicio social en el proyecto en el laboratorio de Ingeniería Civil, principalmente en las prácticas, mostrando el material y procedimiento para llevarlas a cabo.
Brigadistas de Protección Civil del Tecnológico nacional México campus Oaxaca	Cobertura como brigadista de protección civil en diversos eventos realizados en el gimnasio y la plaza cívica de la institución, así como el simulacro realizado en septiembre de 2022.
Conferencia “SEGURIDAD VIAL” por parte del AMIVTAC	Participación en la conferencia realizada en el Hotel Misión Oaxaca, por parte del AMIVTAC, en el cual se abordaron temas de interés vial de acuerdo a la seguridad conductor-peatón.
Exposición de los proyectos de investigación desarrollados en el laboratorio de Ingeniería Civil.	Se realizaron diversas visitas por parte de administrativos, docentes y alumnos al laboratorio de Ingeniería Civil para saber sobre los distintos proyectos vistos durante el semestre.
Prácticas de laboratorio	En coordinación con los estudiantes de servicio social apoyamos a los docentes en la realización de las distintas prácticas de laboratorio que efectuaron durante el semestre.
Conferencias y talleres del semestre agosto- diciembre 2022, “veo escucho y hago”.	Participamos en las actividades realizadas por parte de la UGMEX, Campus Oaxaca, que se realizaron en el gimnasio ITO del Tecnológico de Oaxaca.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

CONCLUSIONES

En este apartado se pueden observar las conclusiones las cuales son importantes para este proyecto de investigación ya que en este apartado se detallan observaciones que se tuvieron al momento de fabricar los tabicones como las impresiones que estos nos dieron en comparación con un tabicón de dimensiones iguales.

- Físicamente al tacto, un tabicón adicionado con fibra de bagazo de maguey es más liso que un tabicón normal, es decir que tiene menos adherencia que un tabicón convencional, al momento de manipularlo o incluso cuando lo tomas con una sola mano o con las dos este tiende a resbalarse cuando están húmedos.
- Con base al tema de trabajabilidad, el diseño de mezcla con proporción 1:3 de bagazo cuishe cuya longitud corresponde a 1.5 cm, del tabicón con el contenido de fibra de 1.5 %, fue el diseño que presento mayor resistencia a la compresión manteniendo estabilidad en los ensayos realizados.
- Solo a 56 días de edad de los especímenes se parecía una tendencia de resistencia respecto al contenido de fibra de los especímenes, es decir a mayor contenido de fibra mayor resistencia a la compresión axial.
- La diferencia de la curva de carga contra tiempo de ensaye obtenida de la prensa de compresión, permite establecer una relación de la ductilidad del tabique respecto al contenido de fibra. Los máximos de estas curvas se presentan en tiempos mayores en aquellos especímenes que contiene 1% y 1.5% de fibra respecto a los especímenes de 0% y 0.5% de fibra.
- La absorción de los especímenes se reduce con la incorporación de fibra, el contenido de 0.5% es la mezcla que menos absorción presenta, sin embargo, a 28 días presenta menor resistencia a la compresión.
- Con base a los resultados obtenidos de las gráficas de las pruebas de absorción que se elaboraron podemos concluir que al tabicón adicionado con fibra de bagazo de maguey es menos poroso ya que estos absorben menos agua en cuando a comparación con un tabicón normal.

RECOMENDACIONES

A continuación, se hace mención de recomendaciones que se tiene para mejor esta tesis. Además, las recomendaciones servirán para futuras investigaciones que abarcarán este proyecto sobre el tema de la aplicación de fibra de bagazo de maguey en la elaboración de tabicones de mortero cemento-arena y así poder servir de base para más proyectos que se desarrollen en el área de la investigación:

1. Es recomendable hacer algunas pruebas de durabilidad a los tabicones para poder determinar el efecto que tiene la fibra respecto a las condiciones de intemperie de los tabicones.
2. Se recomienda también hacer pruebas de materia orgánica a los especímenes que contienen fibra ya que de cierta manera la fibra de bagazo de maguey es un material orgánico y puede que altere las muestras con respecto a los tabicones normales.
3. Es recomendable también hacer muretes de piezas de tabicón normales y adicionados con fibra para hacer pruebas de resistencia a la compresión diagonal y lograr observar la diferencia de agrietamientos de los muretes.
4. Hacer especímenes de tabicones adicionado con fibra de 2% a 5%, ya que en tendencias nos damos cuenta de que los tabicones adicionados con 1.5% son los que obtuvieron mejores resultados de resistencia y por ende es más factible su incorporación.
5. Es muy recomendable probar la adición de la fibra en los tabicones de entre 2% a 5% y probar distintas medidas de fibras mayores a 1.5 cm, pero menores a 5cm. para mejorar la textura y la trabajabilidad de la mezcla, sin afectar la resistencia a la compresión efectuada con anterioridad en el proyecto.
6. Probar la fibra molida como parte que sustituye parcialmente a los finos y puede tener un mejor rendimiento en cuanto a la resistencia.
7. Elaboración de un análisis costo beneficio, para una comparación entre los tabicones elaborados y los de la región.
8. Elaboración de pruebas de ensaye en muretes y pilas conforme la NMX-C-464-ONNCCE-2010, para saber sobre el comportamiento del tabicón en conjunto.

EXPERIENCIA PROFESIONAL ADQUIRIDA

En primera instancia, una explicación del proyecto alrededor del cual se ha desarrollado el presente proyecto de investigación denominado “Determinación de la resistencia mecánica a la compresión simple de tabicón de concreto adicionado con fibra natural de bagazo de maguey cuishe de san simón Almolongas, Oaxaca”, para adentrarnos con posterioridad en un análisis procesual de uno de los conceptos clave de nuestro trabajo, y de presentar algunas de mis experiencias adquiridas en este proyecto de residencia profesional por no mencionar varias que a continuación mencionare:

1. Trabajar de manera colectiva con la participación de los alumnos del servicio social 2022.
2. Aprender el uso de los distintos materiales, instrumentos y aparatos con los que cuenta el laboratorio de ingeniería civil.
3. Reforzar los distintos conocimientos adquiridos de la materia de tecnología del concreto, fundamentos de la investigación y taller de la investigación I y II, durante los estudios del proyecto en el Instituto Tecnológico de Oaxaca.
4. Enseñar y capacitar a los alumnos de servicio social 2022 en las distintas prácticas realizadas durante el semestre.
5. Aprender el método constructivo para la elaboración de un tabique de concreto de dimensiones 10x14x28cm.
6. Conocer una de las distintas aplicaciones de la fibra natural de bagazo de maguey en la construcción.
7. Demostrar en cada una de las actividades las competencias desarrolladas para ejecutarlas de una mejor manera.
8. Análisis y procesamientos de datos al momento de pasar datos de la prensa hidráulica a la computadora.
9. Iniciativa y liderazgo al momento de realizar o empezar a realizar en una práctica de laboratorio.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

Las competencias desarrolladas a lo largo de este proyecto que realice fuero el punto clave para que este proyecto de residencia ya que se desarrolló de una manera más profesional y clara posible como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Competencias desarrolladas y aplicadas en el proyecto de residencias.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y APLICADAS	¿DÓNDE SE APLICÓ?
Adaptabilidad	Al momento de llegar al laboratorio y permanecer eficaz dentro de un medio cambiante, así como a la hora de enfrentarse con nuevas tareas, retos y personas
Toma de decisiones	Durante la residencia surgían algunas dudas, muchas veces el asesor no se encontraba cerca y se tenía que tomar algún tipo de decisión, por lo tanto, se recurría a las distintas fuentes de información para tener la certeza y aclarar dudas y seguir los procedimientos.
Responsabilidad	Al momento de presentarnos en tiempo y forma en nuestro lugar de trabajo, llegar puntualmente a las prácticas y avanzar de manera rápida y eficaz en los trabajos que se impartían.
Comunicación	Al momento de tener alguna practica o de mantener limpio el laboratorio de ingeniería civil, se tiene que tener mucha comunicación con los alumnos, para poder apoyarnos entre todos y tener una relación de compañerismo mutua sin conflicto alguno.
Capacidad de análisis y síntesis.	Cuando se consultaron fuentes bibliográficas durante la residencia y la realización del proyecto.
Trabajo en equipo	Al momento de mejorar el rendimiento en cuanto a la limpieza y practicas realizadas.
Creatividad e innovación	Al momento de tener un obstáculo, sobre todo en el diseño de mezclas, buscamos alternativas innovadoras para mejorar la trabajabilidad de la mezcla por motivos de la fibra.

Fuente: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliografía

Abramowicz, G. A. (2015). *"ESTUDIO DE DURABILIDAD DE PAREDES DE MAMPOSTERIA*. Guayaquil, Ecuador: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERIA CIVIL.

Agricultura, O. d. (31 de AGOSTO de 2020). *FUTURE FIBRES: YUTE*. Obtenido de <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/jute/es/>

Agromatic. (2015). *"Fibra de coco, un sustrato con gran potencial,"*. Obtenido de <https://agriculturers.com/fibra-de-coco-un-sustrato-con-gran-potencial/>

Agudelo, L. C. (23 de OCTUBRE de 2020). *ALION CEMENTO*. Obtenido de <https://alion.com.co/concreto-en-estado-plastico/>

Alvarez, P. (2016). *"APLICACIONES ESTRUCTURALES DEL HORMIGÓN CON FIBRAS EN*.

Antonio, C. H. (2009.). *"MANUAL DE FABRICACIÓN DE TABICÓN SOLIDO DE CONCRETO"*. MÉXICO, D.F: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.

Becosan. (26 de SEPTIEMBRE de 2020). *"Hormigón con fibras de acero."*. Obtenido de <https://www.becosan.com/es/hormigoncon-fibras-de-acero/>

Caldas, U. D. (25 de FEBRERO de 2004). *AGUA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETOS*. Obtenido de <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/3-especificaciones-de-materiales/morteros/agua-para-elaboracion-de-concretos>

Canna, C. (2020). *"¿Qué es el cáñamo industrial y para qué se puede utilizar?,*". Obtenido de <https://www.cannaconnection.es/blog/11770-para-que-se-usa-el-canamo-industrial>

Cementos, M. (s.f.). *ALION*. Obtenido de <https://alion.com.co/concreto-en-estado-plastico/>

- Cepedes Garcia, M. A. (2003). *Resistencia a la comprensión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido*. Lima, Peru: Pirhua.
- Concretos, S. (2022). *CONCRETOS SUPERMIX*. Obtenido de CONCRETOS SUPERMIX: <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>
- Construyendo, C. (16 de NOVIEMBRE de 2022). *CONSTRUYENDO SEGURO*. Obtenido de <https://www.construyendoseguro.com/dosificar-mezcla-de-concreto/>
- Domínguez, V. J. (2022). *INFLUENCIA DEL USO DE FIBRAS DE BAGAZO DE MAGUEY EN LA TRABAJABILIDAD DEL MORTERO HIDRÁULICO*. Oaxaca, México.: Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, México, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, México.
- Ecured. (17 de AGOSTO de 2020). *LINO*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Lino> (Planta)
- Encalada, G. L. (12 de AGOSTO de 2020). *“Estudio de compuestos cementíceos reforzados con fibras”*. Obtenido de <http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura/>.
- Española, R. A. (10 de FEBRERO de 2019). *FIBRA*. Obtenido de [https://dle.rae.es/fibra?m=form%20\(accessed%20Aug.%2004,%202020\)](https://dle.rae.es/fibra?m=form%20(accessed%20Aug.%2004,%202020)).
- Geeks, C. (4 de Diciembre de 2011). *CivilGeeks.com*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/12/04/naturaleza-del-concreto/>
- Gimeno, O. Á. (JUNIO de 2015). *“Fibras naturales para materiales compuestos ecológicos. Green*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/51991>.
- Gobernación, S. d. (2013). NORMA TECNICA. *DIARIO ODICIAL DE LA FEDERACION*, 2.
- Gosálbez, C. (15 de AGOSTO de 2012). *“¿Qué es la fibra de coco?,”*. Obtenido de https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-la-fibra-de-coco_00151
- Infagro, S. (17 de AGOSTO de 2020). *“El cultivo del Lino.”*. Obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/el cultivo del lino.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_lino.asp)
- López, L. R. (2016). *TEISIS Estudio de las características mecánicas de un tabicón*

elaborado con una mezcla de arena, cemento y tereftalato de polietileno (PET), como agregado grueso. Cd. Mx.: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

México, B. (2018). *“Todo sobre el algodón,”*. Obtenido de <https://www.hablemosdelcampo.com/todo-sobre-el-algodon/>

Morales, V., & Francisco, G. y. (12 de 08 de 2022). *Universidad & ciencia*. Obtenido de INFLUENCIA DEL USO DE FIBRAS DE BAGAZO DE MAGUEY EN LA TRABAJABILIDAD DEL MORTERO HIDRÁULICO INFLUENCE OF THE USE OF MAGUEY'S BAGAZO FIBERS ON THE WORKABILITY OF THE HYDRAULIC MORTAR.

Neta. (2022). *NETASPIRIT*. Obtenido de <https://netaspirits.com/destliados>

Numtric. (16 de AGOSTO de 2020). *“El algodón: como se produce y sus usos.”*. Obtenido de <https://numtric.com/el-algodoncomo-se-produce-y-sus-usos/>

Perez Porto, J. y. (6 de JULIO de 2015). *DEFINICION.DE*. Obtenido de <https://definicion.de/aditivo/#:~:text=Aditivo%20es%20un%20t%C3%A9rmino%20que,0%20incorporar%20a%20otra%20cosa>.

Pérez, J. L. (15 de MAYO de 2014). *ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE PIEZAS DE TABICÓN CON CAL HIDRATADA A UNA CALIDAD NOMENOR AL 80% DE HIDRÓXIDO DE CALCIO, EN SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO PORTLAND TIPO 1*. Obtenido de TESIS fabricacion: <file:///G:/TRABAJOS/PROYECTO%20FIBRA/ANTEPROYECTO/BORRADORES/PDF%20RELACIONADOS%20AL%20ANTE%20PROYECTO/TESIS%20fabricacion.pdf>

Pernalet, Z., Piña, F. S., Ferrer, A., & Aiollo, C. (2017). *“Fraccionamiento del bagazo de caña de azúcar”*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000100001

Psi. (5 de JUNIO de 2020). *Fibra para concreto: guía de tipos y usos*. Obtenido de Fibra para concreto: guía de tipos y usos: <https://psiconcreto.com/fibras-para-concreto-tipos-usos/>

Quesada, D. (2019). *“Fibras vegetales para crear casas sostenibles,”*. Obtenido de

https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/mi-casa-esta-hecha-con-zanahorias_1819

Química. (2022). *QUÍMICA.ES*. Obtenido de [https://www.quimica.es/enciclopedia/Hidr%C3%B3xido de calcio.html](https://www.quimica.es/enciclopedia/Hidr%C3%B3xido_de_calcio.html)

Rivera, S. V. (2014). "Desempeño del concreto reforzado con fibras de sisal". En S. V. RIVERA, *TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION VOL.28* (págs. 20-29).

Rojas, T. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo*. Colombia: Univercidad Catolica de Colombia.

Rubio Alvir, E. M. (2016). *"TESIS DOCTORAL FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE GREEN COMPOSITES"*.

Ruiz, A. Y. (2017). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN DE LOS BLOQUES HUECOS A BASE DE CEMENTO, ARENA, SASCAB Y GRAVILLA CON ADICIÓN DE TRITURADO FINO DE PET.* . Chetumal, Quintana Roo, México: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL.

Sanchez, M. (2018). *"Conoce todo sobre el Cocos nucifera,"*. Obtenido de <https://www.jardineriaon.com/cocos-nucifera.html> (accessed Aug. 15, 2020)

Tecnología, C. (2006). LOS ADITIVOS PARA CONCRETO EN 6 PASOS. *TECNOLOGIA*, 8. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revistact06/julio06/TECNOLOGIA.pdf>

Textextile. (2017). *"Cosas que necesita saber sobre la fibra de yute,"*. Obtenido de <https://www.testextextile.com/es/las-cosas-necesitan-saber-fibra-de-yute/>

Textil, M. (2017). *"Fibras naturales: Cáñamo,"*. Obtenido de <https://mundotextilmag.com.ar/fibrasnaturales-canamo/>

Unidades, N. (5 de ABRIL de 2015). *"Ciudades – Desarrollo Sostenible,"*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Uriarte, J. M. (16 de AGOSTO de 20202). *"Algodón: origen, usos, clasificación y características,"*. Obtenido de <https://www.caracteristicas.co/algodon/>

Zelasko, A. (6 de AGOSTO de 2020). *NATURAL FEBRE*. Obtenido de

<https://www.britannica.com/topic/naturalfiber>

Daniel, J. I., Gopalaratnam Secretary Melvyn A Galinat, V. S., Ahmad George C Hoff Morris Schupack M Arockiasamy Roop L Jindal Surendra P Shah, S. H., Balaguru, P. N., Johnston George D Smith Hiram P Ball, C. D., Mark Leppert Philip A Smith Nemkumar Banthia Clifford N MacDonald Parvis Soroushian Gordon B Batson Pritpal S Mangat James D Speakman M Ziad Bayasi Henry N Marsh, J. A.

Stevens Marvin E Criswell Nicholas C Mitchell R N Swamy Daniel P Dorfmueller Henry J Molloy, D. J., Tatnall, P. C., Feldstein R Morgan Ben L Tilsen Antonio V Fernandez A E Naaman George J Venta, M. D., Freedman Antonio Nanni Gary Vondran David M Gale Seth L Pearlman, S. L., Wecharatana Antonio Guerra, M. J.

Porter Spencer T Wu Lloyd E Hackman V Ramakrishnan Robert C Zellers C Geoffrey Hampson Ken Rear Ronald F Zollo, M. L., & Nadim Hassoun V Reddy Carol D Hays Ernest K Schrader, M. D. (2001). *Report on Fiber Reinforced Concrete*.

Juárez, C., Guevara, B., Valdez, P., & Durán-Herrera, A. (2010). Mechanical properties of natural fibers reinforced sustainable masonry. *Construction and Building Materials*, 24(8), 1536–1541. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.007>

Kesikidou, F., & Stefanidou, M. (2019). Natural fiber-reinforced mortars. *Journal of Building Engineering*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.100786>

Khaloo, A. R., & Kim, N. (1996). Mechanical Properties of Normal to High-Strength Steel Fiber-Reinforced Concrete. *Cement, Concrete and Aggregates*, 18(2). <https://doi.org/10.1520/cca10156j>

López, L. R. (8 de Mayo de 2014). *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12159/TESIS.pdf?sequence=1>

Hemerografía

NMX-C-036-ONNCCE (2004), “Industria de la construcción - Bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines- Resistencia a la compresión - método de prueba”, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C., México D. F.

NMX-C-37-ONNCCE-2013, Industria de la construcción - Mampostería - Determinación de la absorción total y la absorción inicial de agua en bloques, tabiques o ladrillos y tabicones – Método de ensayo.

NMX-C-038-ONNCCE-2004, industria de la construcción - determinación de las dimensiones de ladrillos, tabiques, bloques y tabicones para la construcción (cancela a la nmx-c-038-1974).

NMX-C-404-ONNCCE-2005, Industria de la Construcción - Mampostería - Bloques, Tabiques O ladrillos y Tabicones para uso Estructural - Especificaciones y Métodos de Ensayo.

NMX-C-441-ONNCCE-2005, industria de la construcción-mampostería-bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural-especificaciones y métodos de ensayo (cancelara a la nmx-c-441-onncce-2005).

NMX-C-122-ONNCCE-2019, Industria de la Construcción-Agua para concreto-Especificaciones.

NMX-C-085-ONNCCE, Industria de la Construcción - Cementos Hidráulicos - Determinación Estándar para el Mezclado de Pastas y Morteros de Cementantes Hidráulicos.

NMX-C-036-ONNCCE-2013, Industria de la Construcción – Mampostería – Resistencia a la compresión de bloques, tabiques o ladrillos y tabicones y adoquines – Método de Ensayo

ANTILLÓN, Jorge (2016). Uso de fibras en el concreto. Construcción y tecnología en concreto. Instituto Mexicano de Cemento y del Concreto A.C.

Disponible en: <http://www.imcyc.com/revistacyt/pdf/enero2016/experto.pdf>. Visitado 10 agosto de 2022.

SANTILLÁN, M. L. (2020). Concreto reforzado con fibras aporta beneficios a la construcción. Ciencia UNAM. Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/leer/1069/concreto-reforzado-con-fibras-aporta-beneficios%20-a-la-construccion> Visitado: 11 noviembre de 2022.

ANEXOS

ANEXO I. Tabla de actividades realizadas.

Tablas de actividades realizadas durante el proyecto

Fecha de inicio	Actividad	Fecha de terminación
29/ agosto/2022	Prueba de granulometría	11/ septiembre/2022
12/septiembre/2022	Prueba de peso volumétrico seco suelto compacto ala área	12/septiembre/2022
13/septiembre/2022	Prueba de absorción de los agregados.	13/septiembre/2022
14/septiembre/2022	Realización de la prueba de materia orgánica	14/septiembre/2022
19/septiembre/2022	Determinación de las pruebas de absorción La arena.	19/septiembre/2022
20/septiembre/2022	Determinación de la densidad y absorción agregados finos	21/septiembre/2022
26/septiembre/2022	Densidad relativa de la arena y contenido de humedad	26/septiembre/2022
27/septiembre/ 2022	Limpieza de la fibra de bagazo de maguey Cuishe.	3/octubre/2022
28/septiembre/2022	Densidad relativa del cemento	30/septiembre/2022
4/octubre/2022	Cálculos preliminares a los tabiques de 28x14x10	4/octubre/2022
5/octubre/2022	Determinación de la relación agua/cemento Para las pruebas preliminares	7/octubre/2022
10/octubre/2022	Diseño de mezclas para la fabricación de tabicones	11/octubre/2022
12/octubre/2022	Pruebas preliminares de la fabricación de tabicones del 10% y 20% de cemento	13/octubre/2022
14/octubre/2022	Mantenimiento de la fibra de bagazo de maguey cuishe y determinación de su contenido de humedad.	14/octubre/2022
17/octubre/2022	Pruebas preliminares aplicada con fibra con corte menores a 3 cm.	17/octubre/2022
18/octubre/2022	Limpieza de fibra de maguey para pruebas posteriores	19/octubre/200
29/octubre/2022	Primera prueba realizada a los primeros tabicones de 10% y 20%	29/octubre/2022
21/octubre/2022	Prueba de tronado a tabicones con fibra sin Cortar.	23/octubre/2022
24/octubre/2022	Prueba de tronados de tabicones con fibra cortada a una distancia no mayor a 5 cm	24/octubre/2022
25/octubre /2020	Realización de la investigación del proyecto seguimiento del cortado de fibra	25/octubre/2022
27/octubre/2022	Diseño de mezcla con tabicón de 0.5% de bagazo de maguey cuishe.	27/octubre/2022
28/octubre/2022	Cribado de más arena para más pruebas preliminares	2/ noviembre/2022
3/ noviembre/2022	Tronado de los especímenes con 0.5% de Fibras menores a 5 cm.	3/ noviembre/2022
4/ noviembre/2022	Tronado de especímenes con fibra de Bagazo de maguey cuishe cortada a 1.5 cm.	4/ noviembre/2022
7/ noviembre/2022	Cortado de la fibra de bagazo de maguey	8/ noviembre/2022

	cuishe.	
9/ noviembre/2022	Cribado de la arena para la realización del diseño de mezclas.	14/ noviembre/2022
15/ noviembre/2022	Fabricación de los 30 tabicones normales De control sin fibra.	15/ noviembre/2022
16/ noviembre/2022	Fabricación de los 27 tabicones con fibra al 0.5%	16/ noviembre/2022
17/ noviembre/2022	Fabricación de los 27 tabicones con fibra al 1%	17/ noviembre/2022
18/ noviembre/2022	Fabricación de los 27 tabicones con fibra al 1.5%	18/ noviembre/2022
22/ noviembre/2022	Tronado de los primero 5 tabicones de Control a los 7 días de curado.	22/ noviembre/2022
23/ noviembre/2022	Tronado de los 5 tabicones a los 7 días de curado adicionados con fibra al 0.5%	23/ noviembre/2022
24/ noviembre/2022	Tronado de los 5 tabicones a los 7 días de curado adicionados con fibra al 1%.	24/ noviembre/2022
25/ noviembre/2022	Tronado de los 5 tabicones a los 7 días de curado adicionados con fibra al 1.5%	25/ noviembre/2022
28/noviembre/2022	Elaboración del segundo reporte y entrega del avance del proyecto con su cronograma	28/ noviembre/2022
29/noviembre/2022	Tronado de los 5 tabicones de control a los 14 días de curado.	29/noviembre/2022
30/noviembre/2022	Tronado de los 5 tabicones a los 14 días de curado adicionados con fibra al 0.5%	30/noviembre/2022
1/diciembre/2022	Tronado de los 5 tabicones a los 14 días de curado adicionados con fibra al 1%.	1/diciembre/2022
2/diciembre/2022	Tronado de los 5 tabicones a los 14 días de curado adicionados con fibra al 1.5%	2/diciembre/2022
4/enero/2022	Prueba de absorción aplicado a tabicones de control y con fibra al 0.5%	5/diciembre/2022
9/enero/2022	Prueba de absorción aplicado a tabicones con fibra al 1%	10/diciembre/2022
10/enero/2022	Prueba de absorción aplicado a tabicones con fibra al 1.5% y tronado de los 5 tabicones de control a los 56 días de curado.	11/diciembre/2022
11/enero/2022	Tronado de los 5 tabicones con fibra al 0.5% a los 56 días de curado.	11/enero/2022
12/enero/2022	Tronado de los 5 tabicones con fibra al 1% a los 56 días de curado.	12/enero/2022
13/enero/2022	Tronado de los 5 tabicones con fibra al 1.5% a los 56 días de curado.	13/enero/2022

ANEXO II. PESO ESPECÍFICO LOS AGREGADOS SECOS SUELTOS.

ANEXO II. Peso específico o volumétrico de los agregados secos y sueltos.

INTRODUCCIÓN:

El peso volumétrico es la relación entre el peso de un material y el volumen ocupado por el mismo, expresado en kilogramos por metro cubico. Se usará invariablemente para la conversión de peso a volumen; es decir para conocer el consumo de agregados por metro cubico de concreto.

OBJETIVO:

Determinar el peso volumétrico seco y suelto de los agregados pétreos (fino y grueso).

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y MATERIAL:

- ❖ Bascula digital de 125 kg de capacidad.
- ❖ Cucharón.
- ❖ Pala.
- ❖ Medidas de volumen con su peso propio conocido.
- ❖ Rasero.
- ❖ Brocha de ixtle.

PROCEDIMIENTO:

1. El material que se utilizó fue del laboratorio del Tecnológico de Oaxaca específicamente para determinar la calidad de los agregados y así poder tener un buen control de estos materiales y como consecuencia hacer un buen diseño de mezclas. (Imagen 1.1)
2. El material deberá ser secado al sol y cribado por la malla N. 4. Para poder secar el material al sol se limpió el área de trabajo donde se colocó los agregados (fino y grueso).
3. Enseguida se colocó y se esparció la muestra en el área previamente limpiada y se dejó secar al sol.
4. Se utilizó un rastrillo de acero recto y un pisón de madera para poder hacer más pequeña la capa del agregado, con el fin de extender más la muestra y hacer que el agregado se seque correctamente.
5. El material fue sacado al sol por aproximadamente 10 horas. Después del periodo de secado se procedió a juntar todo el material con la ayuda de una pala y charola de metal.
6. Se procedió a cribar la muestra por la malla No.4. En el caso de la arena se utilizó la fracción de muestra que pasó la malla No.4 y para el agregado grueso la fracción retenida. En ambos casos se ocupó una muestra de 25 kg para la prueba.
7. Se tomó una muestra por cuarteos sucesivos hasta tener la cantidad suficiente para llenar el molde. La superficie donde se realizó el cuarteo se limpió previamente y se procedió como se muestra en la siguiente figura 1.
8. El material tomado de los cuarteos se vertió en forma continua en el recipiente desde una altura aproximada de 20 cm del borde superior del molde formando un cono.
9. Después, se enrazó el material con el borde del recipiente tantas veces como fue necesario para obtener una superficie plana, procurando no originar movimientos o vibraciones durante la operación. En el caso de la grava se completó el enrase a mano.
10. Se pesó el recipiente con su contenido y se registró el peso (W_{mr}) en kg

REPORTE FOTOGRÁFICO



Imagen1.1 Limpieza del lugar



Imagen1.2 Muestra de arena



Imagen1.3 Muestra de grava



Imagen1.4 Acarreo del material en charolas



Imagen1.5 Cribado del agregado fino



Imagen1.6 Cribado del agregado Grueso



Imagen1.7 Peso obtenido de los agregados gruesos y finos



Imagen1.8 Cuarteo de la muestra



Imagen1.9 Cono dentro del recipiente



Imagen1.10 Forma del cono



Imagen1.11 Fase de mezclado del material



Imagen1.12 Enrasado del agregado fino



Imagen1.13 Enrasado del agregado grueso



Imagen1.14 Peso específico seco suelto de los agregados finos y gruesos

ANÁLISIS DE DATOS:

Para tener resultados representativos se procedió a hacer tres pruebas de cada uno de los agregados (arena y grava)

Se utilizó una muestra representativa de **25kg**.

Peso del recipiente es de **4.626 kg**.

Volumen del recipiente en donde se concentrará el material es de **8.800 litros**.

Datos obtenidos del peso del recipiente más el peso del material

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
No. Pruebas	W _{mr}	No. Pruebas	W _{mr}
1	17.718	1	16.662
2	17.538	2	16.726
3	17.78	3	16.774

CÁLCULOS Y RESULTADOS:

El peso volumétrico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\gamma_{ss} = \frac{W_{mr} - W_r}{V} 1000$$

EN DONDE:

γ_{ss} = Es el peso específico del agregado seco y suelto en kg/m³.

W_{mr} = Es el peso del recipiente más peso del material en kg.

W_r = Es el peso del recipiente en kg.

CÁLCULO:

Peso volumétrico seco y suelto del agregado grueso.

$$\gamma_{ss} = \frac{W_{mr} - W_r}{V} 1000$$

Prueba 1

$$\gamma_{ss} = \frac{16.662 - 4.626}{8.800} 1000$$

$$\gamma_{ss} = 1367.841$$

Prueba 2

$$\gamma_{ss} = \frac{16.726 - 4.626}{8.800} 1000$$

$$\gamma_{ss} = 1375.114$$

Prueba 3

$$\gamma_{ss} = \frac{16.774 - 4.626}{8.800} 1000$$

$$\gamma_{ss} = 1380.568$$

Para mayor exactitud se sacará un promedio de los 3 resultados

$$\frac{13.67.841 + 1375.114 + 1380.568}{3}$$

Peso volumétrico seco y suelto de la grava.

$$\gamma_{ss} = 1374.508$$

Peso volumétrico seco y suelto del agregado fino.

$$\gamma_{ss} = \frac{W_{mr} - W_r}{V} 1000$$

Prueba 1

$$\gamma_{ss} = \frac{17.718 - 4.626}{8.800} 1000$$

$$\gamma_{ss} = 1487.841$$

Prueba 2

$$\gamma_{ss} = \frac{17.538 - 4.626}{8.800} 1000$$

$$\gamma_{ss} = 1467.386$$

Prueba 3

$$\gamma_{ss} = \frac{17.780 - 4.626}{8.800} 1000$$

$$\gamma_{ss} = 1494.886$$

Para mayor exactitud se sacará un promedio de los 3 resultados

$$\frac{1487.841 + 1467.386 + 1494.886}{3}$$

Peso volumétrico seco y suelto de la arena.

$$\gamma_{ss} = 1483.371$$

CONCLUSIONES:

La práctica del peso específico seco suelto es importante para conocer los valores típicos de los agregados, basándonos en nuestros resultados podemos conocer el consumo de agregado fino y grueso que se podrán utilizar por metro cubico de concreto que en nuestro caso que serán para el volumen del diseño de nuestras mezclas.

ANEXO III. PESO ESPECÍFICO LOS AGREGADOS SECOS COMPACTOS.

ANEXO.III Determinación del peso volumétrico seco y compacto del agregado fino.

INTRODUCCIÓN:

Peso volumétrico compacto. Este valor se usará para el conocimiento de volúmenes de materiales apilados y que están sujetos a acomodamiento o asentamiento provocados por el tránsito sobre ellos, o por la acción del tiempo.

OBJETIVO:

Determinar el peso volumétrico de los materiales en el estado más compacto posible, por medio de varillado.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Y EQUIPO:

- ❖ Báscula de 125 kg. de capacidad.
- ❖ Cucharón.
- ❖ Pala.
- ❖ Recipiente de volumen y peso conocido.
- ❖ Rasero.
- ❖ Varilla punta de bala.
- ❖ Brocha de Ixtle.

PROCEDIMIENTO:

1. Del material anterior que fue secado al sol se tomaron otras tres muestras de 25 kg de agregado fino y grueso en este caso el material estuvo disgregado y superficialmente seco.
2. La muestra de agregado se obtuvo mediante cuarteos sucesivos la suficiente cantidad para llenar el recipiente de prueba.
3. Se llenó dicho recipiente con tres capas, acomodando cada una de ellas mediante la aplicación de 25 golpes de varilla y se tuvo mucho cuidado de no penetrar la varilla más del espesor de la capa correspondiente.
4. Terminado el paso anterior se procedió a correr el rasero sobre el borde superior del recipiente, tantas veces como sean necesarias, hasta conseguir que el material coincida con el borde superior del recipiente.
5. Se pesa el recipiente con el material y se anota el peso en kg.

REPORTE FOTOGRÁFICO:



Imagen2.1 Muestra de arena



Imagen2.2 Muestra de grava



Imagen2.3 Cribado del agregado fino



Imagen2.4 Cribado del agregado Grueso



Imagen2.5 Peso obtenido de los agregados gruesos y finos



Imagen2.6 Cuarteo de la muestra



Imagen2.7 Cono adentro del recipiente



Imagen2.8 Forma del cono



Imagen2.9 Fase de mezclado del material



Imagen2.10 Aplicación de golpes de varilla



Imagen2.11 Enrasado del agregado fino



Imagen2.12 Enrasado del agregado grueso



Imagen2.13 peso específico seco compacto de los agregados

ANÁLISIS DE DATOS:

Para tener resultados representativos se procedió a hacer tres pruebas de cada uno de los agregados (arena y grava)

Se utilizó una muestra representativa de **25kg**.

Peso del recipiente es de **4.626 kg**.

Volumen del recipiente en donde se concentrará el material es de **8.800 litros**.

Datos obtenidos del peso del recipiente más el peso del material

AGREGADO GRUESO	
No. Pruebas	W_{mr}
1	17.250
2	17.462
3	17.468

AGREGADO FINO	
No. Pruebas	W_{mr}
1	18.546
2	18.952
3	18.300

CÁLCULOS Y RESULTADOS:

El peso volumétrico se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\gamma_{ss} = \frac{W_{mr} - W_r}{V} 1000$$

EN DONDE:

γ_{ss} = Es el peso específico del agregado seco y suelto en kg/m^3 .

W_{mr} = Es el peso del recipiente más peso del material en kg.

W_r = Es el peso del recipiente en kg

CALCULO:

Peso volumétrico seco y suelto del agregado grueso.

$$\gamma_{ss} = \frac{W_{mr} - W_r}{V} 1000$$

Prueba 1

$$\gamma_{ss} = \frac{17.250 - 4.626}{8.800} 1000 \quad \gamma_{ss} = 1434.659$$

Prueba 2

$$\gamma_{ss} = \frac{17.462 - 4.626}{8.800} 1000 \quad \gamma_{ss} = 1458.750$$

Prueba 3

$$\gamma_{ss} = \frac{17.468 - 4.626}{8.800} 1000 \quad \gamma_{ss} = 1459.432$$

Peso volumétrico seco y suelto del agregado fino.

$$\gamma_{ss} = \frac{W_{mr} - W_r}{V} 1000$$

Prueba 1

$$\gamma_{ss} = \frac{18.546 - 4.626}{8.800} 1000 \quad \gamma_{ss} = 1581.932$$

Prueba 2

$$\gamma_{ss} = \frac{18.952 - 4.626}{8.800} 1000 \quad \gamma_{ss} = 1628.068$$

Prueba 3

$$\gamma_{ss} = \frac{18.300 - 4.626}{8.800} 1000 \quad \gamma_{ss} = 1553.977$$

RESULTADOS:

Para mayor exactitud se sacará un promedio de los 3 resultados

$$\frac{1434.659 + 1458.750 + 1459.432}{3}$$

Peso volumétrico seco y suelto de la grava.

$$\gamma_{ss} = 1450.947$$

Para mayor exactitud se sacará un promedio de los 3 resultados

$$\frac{1581.932 + 1628.068 + 1553.977}{3}$$

Peso volumétrico seco y suelto de la arena.

$$\gamma_{ss} = 1587.992$$

CONCLUSIONES:

La práctica del peso específico seco suelto es importante para conocer los valores típicos de los agregados, basándonos en nuestros resultados podemos conocer el consumo de agregado fino y grueso que se podrán utilizar por metro cubico de concreto que en nuestro caso que serán para el volumen del diseño de nuestras mezclas.

**ANEXO IV. ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO DE LOS
AGREGADOS FINOS,
MEDIANTE EL USO DE
MALLAS.**

ANEXO IV. Análisis granulométrico de los agregados finos, mediante el uso de las mallas.

INTRODUCCIÓN:

La granulometría:

Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado y se determina por análisis de tamices. La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan los requerimientos de agua y cemento, así como la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

Curva granulométrica:

La curva granulométrica de un agregado fino es una representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio cuando se analiza la estructura del agregado desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman, indica la relación entre los tamaños, debido a esto, una curva empinada corresponde a un agregado fino uniforme. Una curva suave indica un agregado fino bien compuesto de los agregados uniformes y una graduación incompleta o discontinua.

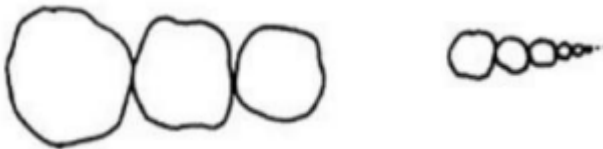
Tipos de graduación:



Agregado bien graduado:
Existe una graduación continua de tamaños.



Agregado mal graduado:
Existe una graduación uniforme de tamaños.



Agregado con graduación discontinua:
Existe una graduación discontinua de tamaños.

OBJETIVO:

“Determinar el porcentaje de paso de los diferentes tamaños del agregado (fino y grueso)”.

“Calcular si los agregados finos se encuentran dentro de los límites para hacer un buen diseño de mezcla.”

Descripción del material y equipo:

- I. Balanza de sensibilidad de 0.01 grs.
- II. Tamices estándar ASTM E-N. 8, 16, 30, 50, 100 y 200.
- III. Charolas, tapa y fondo.
- IV. Brocha de cerdas y cepillo de alambre.
- V. Charolas rectangulares.
- VI. Cucharon rectangular de lámina galvanizada.

PROCEDIMIENTO:

1. La muestra que se ensayó se disgregó y seco al sol además se limpió el área de trabajo donde se colocó los agregados finos. para el caso del agregado fino se tuvo que cribo por la malla No. 4 (4.76), se pesaron las fracciones que pasa y que retiene dicha malla: conociéndose estos pesos en kg. Se calculó la arena que tiene la muestra.
2. Teniendo por separado el agregado fino se procedió al cuarteo para obtener una muestra representativa de 500 gr. Aproximadamente con la cual se hizo la prueba.
3. La muestra representativa se colocó en los tamices comenzado con el de mayor abertura, la operación de cribado se izó balanceando el tamiz sobre la charola respectiva con un movimiento circular sobre su base y su eje, por un lapso conveniente para estar seguros que todo el material que pueda pasar por la abertura del tamiz ya lo haya hecho; se consideró que cada tamiz ha dado paso a todo el material menor si durante un minuto de agitado no pasa más del 1% de material retenido. Además, como observación los tamices se han de conservar siempre limpios.
4. Las fracciones de la muestra retenidas se pesaron con una aproximación de 0.1 gr. cuidadosamente, anotándose los valores en hojas de registro.

REPORTE FOTOGRÁFICO:



Imagen3.1 Limpieza del lugar



Imagen3.2 Extendido de la arena



Imagen3.3 Cuarteo de la arena

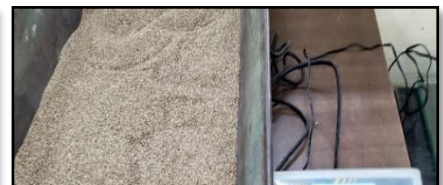
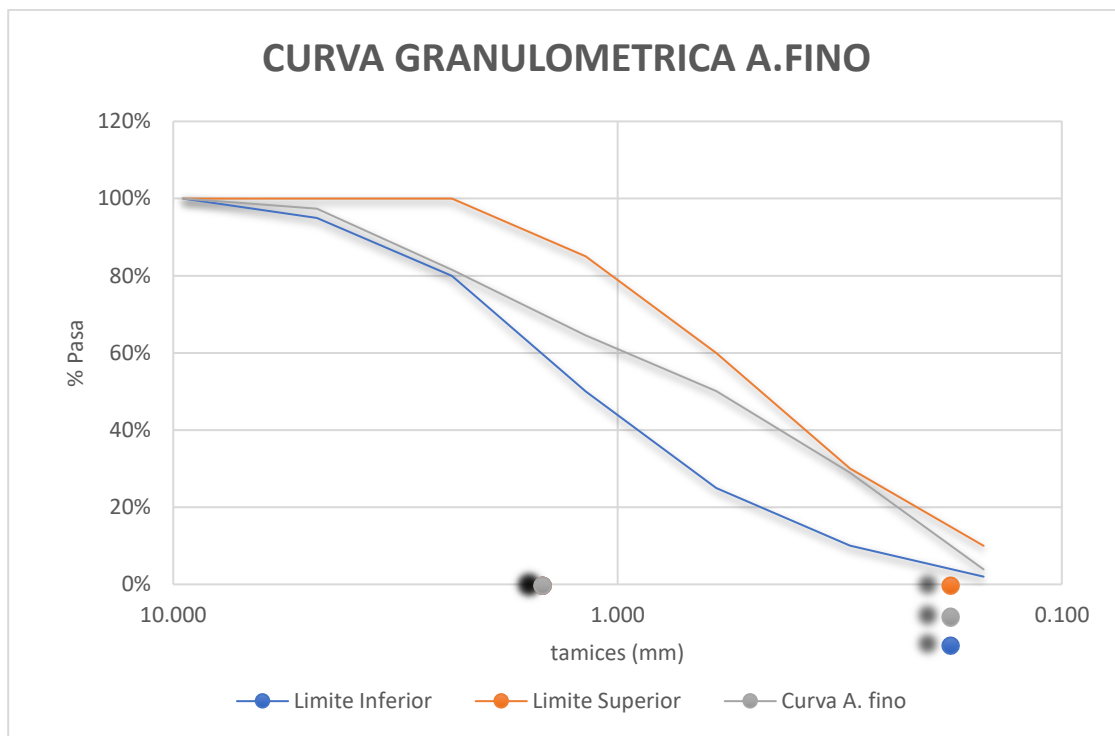


Imagen3.2.1Acarreo de la muestra de arena al lugar de trabajo.



Imagen3.7 Colacacion de forma representativa de los cribados de los pesos de la arena.

RESULTADOS:



CONCLUSIONES:

El porcentaje que retienen las por las mallas No. 4 y 8 son las únicas que no pasan por el análisis granulométrico de graduación de estos ensayos teniendo en cuenta que es un material graduado para el diseño de mezclas de concreto, sin embargo, si se diseñarlo por limites totales este agregado si pasa y se puede usar para ensayos posteriores, como se muestra en la gráfica de granulometría podemos observar que la arena está bien graduada.

ANEXO V. DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE LA ARENA.

ANEXO V. Determinación de la gravedad específica o densidad relativa del agregado fino.

INTRODUCCIÓN:

Además de la determinación del porcentaje de adsorción de humedad que la arena tiene, es importante determinar su gravedad específica, ya que se utiliza también en el cálculo de mezclas de concreto.

OBJETIVO:

Determinar la gravedad específica del agregado fino (arena).

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y MATERIAL:

- ❖ Una balanza con capacidad mínima de 1 kg. de sensibilidad mínima de 1 décimo de gramo.
- ❖ Un frasco tipo Chapman de 450 c.c. de capacidad calibrada a 20o C., con una aproximación de 0.15 c.c.
- ❖ Un molde metálico tronco cónico de 38.1 mm de diámetro superior y 73.2 de altura.
d) Un pisón de compactación de un peso de 346 grs. que tenga un diámetro en su cara de ataque de 25.4 mm.
- ❖ Una charola metálica.

PROCEDIMIENTO:

1. Se obtuvo una muestra de la arena por cuarteo que paso por la malla No. 4.754 y es retenida por la malla No. 75 de un peso aproximado de 1 kg.
2. Se saturó el material con agua y se dejó reposar durante 24 hrs.
3. Se extendió la muestra sobre una superficie plana exponiéndola a una corriente suave de aire caliente y con ayuda de movimientos frecuentemente para asegurar un secado uniforme, prolongando el tiempo de esta operación hasta que se logró que el material fluya libremente.
4. Se colocó la arena en el molde tronco cónico, compactándola suavemente por medio de un pisoneado de 25 golpes dados con el pisón. (15 golpes en el centro y 10 golpes al último).
5. Haciendo lo anterior se levantó el molde verticalmente y si hay humedad libre el cono del material retendrá su forma, lo que significa que la prueba está siendo correctamente ejecutada.
6. Se continuó con el secado y levantando el molde a intervalos frecuentes hasta que el material dentro del cono tome su talud natural, en este momento se tomaron 2 muestras de 300 grs. uno para la absorción y otro para el peso específico. En el caso de que la arena se haya extendido en el primer ensayo significa que el material se ha secado más allá de la condición saturada y superficialmente seca. Si esto ocurre se deberá mezclar la muestra con algunos centímetros cúbicos de agua y se dejará reposar durante 30 minutos en un recipiente cubierto; hecho esto se deberá reiniciar la prueba partiendo del secado superficial.
7. Haciendo lo anterior, se colocaron en el frasco Chapman calibrado 300 grs. del material y se agregó agua tubo una temperatura de 20o C. hasta cerca de la marca

de aforo, enseguida se rodó el frasco sobre una superficie plana a fin de eliminar las burbujas de aire, después se colocó el frasco durante una hora en un baño a temperatura de 20o C., transcurrido este tiempo se llenó con agua hasta la marca de 20o exactamente.

8. Secando perfectamente el exterior del frasco y se pesó cuidadosamente anotándose el peso en la hoja de prueba.

REPORTE FOTOGRÁFICO:



Imagen 6.1 cuarteo de la arena



Imagen 6.2 pesos de los materiales



Imagen 6.3 muestra superficialmente húmeda



Imagen 6.4 muestra superficialmente seca



Imagen 6.5 lectura de las muestras y el correcto uso de los materiales utilizados

ANÁLISIS DE DATOS:

Designación de la A. S. T. M. 128-59.

Se aplicarán los siguientes formulas:

Para calcular la gravedad especifica:

$$G.E. \text{ de la arena} = \frac{\text{peso del material saturado y con superficie seca}}{\text{capacidad del frasco} - \text{volumen del agua añadida}}$$

$$G.E. = \frac{Ws}{Vf - [Wfws - (Wf + Ws)]}$$

Donde:

G.E. = es la gravedad especifica de la arena

Ws = es el peso de la arena en gramos

Vf = es el volumen del frasco Chapman en cm³.

Wf = es el peso del frasco Chapman en gramos.

Ww = es el peso del agua que contiene el frasco en gramos.

Vw = es el volumen del agua en cm³.

Wfws = es el peso total del frasco con arena y agua en gramos.

Para calcular la absorción se utiliza las siguiente formula:

$$A = \frac{Ww - Ws}{Ws} \times 100$$

Donde:

A = Es el % de absorción.

Ww = es el peso de la arena en gr.(húmedo).

Ws = es el peso seco de la arena en grs.

CÁLCULOS Y RESULTADOS:

Resultados de la gravedad especifica:

$$G.E. = \frac{Ws}{Vf - [Wfws - (Wf + Ws)]}$$

Donde:

Muestra 1

Ws = 99.58
Wf = 187.83

Vf = 500 grs.
Wfws = 748.09

$$G.E. = \frac{99.58}{500 - [748.09 - (187.83 + 99.58)]}$$

G.E. 1 = 2.532

Muestra 2

Ws = 99.55
Wf = 187.83

Vf = 500 grs.
Wfws = 720.75

$$G.E. = \frac{99.55}{500 - [720.75 - (187.83 + 99.55)]}$$

$$G.E. 2 = 1.495$$

La gravedad es pesifica es: $G.E. = 2.013$

resultados absorción:

Muestra 1

Ww= 832.94grs.

Ws= 820.40 grs.

$$A = \frac{Ww - Ws}{Ws} \times 100$$

$$A = \frac{832.94 - 820.40}{820.40} \times 100$$

$$A = 1.528 \%$$

Muestra 2

Ww= 879.61grs.

Ws= 872.96 grs.

$$A = \frac{Ww - Ws}{Ws} \times 100$$

$$A = \frac{879.61 - 872.96}{872.96} \times 100$$

$$A = 0.761\%$$

El porcentaje de absorción es: $A = 1.144 \%$

CONCLUSIONES:

Los resultados de la presente práctica son correctos por lo que se la saturación de la muestra se realizó de forma correcta tomando ciertos parámetros como la marca la designación A. S. T. M. 128-59. Y podemos deducir que el porcentaje de absorción es el ideal para realizar pruebas posteriores.

ANEXO VI. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA.

ANEXO VI. Determinación del contenido de materia orgánica.

INTRODUCCIÓN:

Las sustancias perjudiciales que pueden estar presentes en los agregados incluyen las impurezas orgánicas, limo, arcilla, carbón de piedra, lignito y algunas partículas blandas y ligeras. La mayor parte de las especificaciones limitan las cantidades permisibles de estas sustancias en los agregados.

OBJETIVO:

Determinar en forma aproximada la presencia de sustancias orgánicas en la arena que se va a emplear en la elaboración de concreto. Si existen en altas cantidades en el agregado fino, alteran en forma perjudicial las reacciones normales entre el agua y el cemento.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y MATERIAL:

- ❖ Botella de vidrio tipo biberón de 250 a 300 ml. Con tapón de hule y con marcas cada 25 ml.
- ❖ Solución de sosa cáustica (30 gr. Por litro de agua).
- ❖ Balanza de 0.1 gr. De aproximación con capacidad mínima de 1 kg.
- ❖ Charola.
- ❖ Probeta de 100 ml.
- ❖ Vidrio de reloj.

PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN:

Preparación de la solución de sosa caustica al 3%:

En la probeta se pusieron 30 gr. De sosa cáustica y se completa un litro con agua, se agita vigorosamente.

Preparación de la solución tipo:

Se deberá preparar una solución de color tipo, agregando 2.5 ml. De una solución al 2% de ácido tánico, en 10% de alcohol, en 97.7 ml. Al 3% de solución de hidróxido de sodio, esta preparación se deberá colocar en una botella de 350cm se tapará, se agitará fuertemente y se dejará reposar durante 24 horas.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:

1.- Se obtuvo una muestra representativa de la arena con un peso aproximado de 500 gr. Por cuarteo mediante el uso de un separador.

2.- Con la muestra de arena que se ensayó, se llenó hasta la marca 4 1/2 onzas, una botella de biberón, se agregó al frasco una solución de hidróxido de sodio al 3% en agua hasta que el nivel del líquido llegó a la marca de 7 onzas; después de haberse agitado vigorosamente y dejado reposar.

3.- Cuando se comprobó el nivel anterior, se reanuda el agitado vigoroso, tapando el frasco con el dedo pulgar ò con un tapón de hule y a continuación se dejó el frasco en reposo durante 24 horas.

REPORTE FOTOGRÁFICO:



Imagen 7.1 cuarteo de la arena y peso

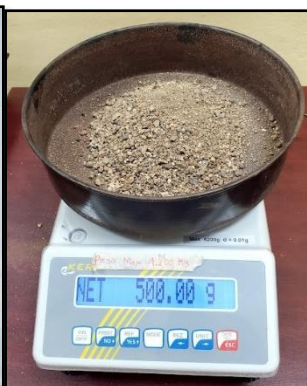


Imagen 7.2 limpieza de los recipientes y preparación de la sosa caustica al 3%



Imagen 7.3 llenado del biberón con arena hasta 4 ½ onzas



Imagen 7.4 llenado de agua y de la solución hasta las 7 onzas y agitación del biberón

ANÁLISIS DE RESULTADOS:



Imagen 7.5 resultados tras transcurrir 24 horas y comparación de colores por medio de un círculo cromático.

CONCLUSIONES:

Al transcurrir las 24 horas, la materia orgánica que contiene la arena de este experimento se considera no nocivo para pruebas posteriores ya que en este se observa que es un poco más claro que el de la solución de sosa caustica al 3%.

ANEXO VII. DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO.

ANEXO VII. Determinación de la gravedad específica o densidad relativa del Cemento.

INTRODUCCIÓN:

El peso específico relativo del cemento Portland tipo I, oscila entre 3.1 y 3.2. Cuando el tipo de obra no justifica la determinación exacta del peso específico relativo del cemento, se puede usar el valor de 3.15. El peso específico relativo es la relación entre el peso de un volumen dado de material a cierta temperatura, al peso de un volumen igual de agua a esa misma temperatura. En este caso, la temperatura a la cual se haga la prueba no ocasiona mucha diferencia en los resultados; pero es importante que la temperatura del frasco, del líquido y del cemento se mantenga constante durante toda la práctica. La principal utilidad que tiene el peso específico del cemento está relacionada con el diseño y control de mezclas de concreto.

OBJETIVO:

Puntualizar la importancia que tiene el peso específico relativo del cemento en el diseño y control de mezclas de concreto.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y MATERIAL:

- I. Cemento Portland tipo I (64 g aproximadamente).
- II. Kerosene libre de agua o Nafta con gravedad no menor de 62 API.
- III. Frasco Le Chatelier.
- IV. Balanza de 0.01 g de precisión.
- V. Aparato Baño María a temperatura constante.
- VI. Termómetro de 0.2 C de precisión.
- VII. Espátula.
- VIII. Embudo.

PROCEDIMIENTO:

1. Se lavo el frasco Le Chatelier y se secó su interior asegurando que este se encuentre libre de residuos y de humedad.
2. Se lleno el frasco Le Chatelier entre las marcas de 0 y 1 ml (se recomienda llenar el frasco hasta la marca de 0 ml), se llenó de gasolina como marca la norma, se seca el cuello del frasco si es necesario para que el cemento no se pegue.
3. Sumergió el frasco en Baño María a temperatura ambiente hasta que no existan diferencias mayores de 0.2 C entre la temperatura del líquido dentro del frasco y la temperatura del líquido exterior a éste. Debido a que cuando se desprenden las burbujas de aire el líquido dentro del frasco disminuirá, se llena éste con una pipeta entre las marcas de 0 y 1 ml (se recomienda mantener la medida en cero). Y se anotaron los datos en una libreta de apuntes
4. Se peso una cantidad de cemento de 64 ± 0.05 g y se depositó en el frasco. Sé tubo el cuidado al momento de depositar el cemento de evitar salpicaduras y se observó que el cemento no se adhiriera al interior del frasco por encima del líquido. Se utilizó para este paso un embudo de cuello largo para facilitar el trabajo.
5. Se le Coloco el tapón en el frasco y se hizo girar éste en una posición inclinada o girarlo horizontalmente y suavemente en círculo, de tal manera de liberar el aire del cemento hasta que ya no exista escape de burbujas hacia la superficie.
6. Se sumergió el frasco en el Baño María y se controló la temperatura de éste tal como se hizo en el numeral 3) de este apartado, posteriormente se midió el volumen y anotarlo.

REPORTE FOTOGRÁFICO:



Imagen 9.1 limpieza de los recipientes y preparación de los materiales



Imagen 9.2. preparación de la muestra de cemento y llenado de gasolina del frasco Le Chatelier asta 0 mililitros



Imagen 9.3. incorporación de 64 grs. de cemento, sumersión a temperatura ambiente y rolamiento suave del matras Le Chatelier para expulsar las partículas de aire comprimidas.

CÁLCULOS Y RESULTADOS:

DATOS:

Muestra 1

Peso del cemento utilizado(M): 64g
Volumen inicial del líquido (Vi):0.4cm³
Volumen final del líquido (Vf):22cm³
Temperatura(T):25.8°C

Muestra 2

Peso del cemento utilizado(M): 64g
Volumen inicial del líquido (Vi):0.2cm³
Volumen final del líquido (Vf):21.8cm³
Temperatura(T):25.8°C

Formulas a utilizar:

Determinación de la densidad del cemento:

$$Pc = \frac{M}{Vf - Vi}$$

Muestra 1

$$Pc = \frac{64}{21.1 - 0.4}$$
$$Pc1 = 3.09 \text{ g/cm}^3$$

Muestra 2

$$Pc = \frac{64}{20.8 - 0.2}$$
$$Pc2 = 3.11 \text{ g/cm}^3$$

Determinación del peso específico relativo del cemento:

$$PERc = \frac{Pc}{P_{H2H}}$$

Muestra 1

$$PERc = \frac{2.962 \text{ g/cm}^3}{1 \text{ g/cm}^3}$$
$$PERc1 = 3.09$$

Muestra 2

$$PERc = \frac{3.047 \text{ g/cm}^3}{1 \text{ g/cm}^3}$$
$$PERc2 = 3.11$$

Densidad del cemento: 3.10 g/cm³

peso específico relativo del cemento: 3.10

CONCLUSIONES:

El cemento utilizado presentaba signos de endurecimiento sin embargo este apenas cumple con las especificaciones, por lo tanto, este material puede ser utilizado para las pruebas posteriores a realizar.

ANEXO VIII. Reporte fotográfico de actividades preliminares.

ACT. 1. Materiales a utilizar para la determinación de los pesos de los agregados. (se tomó el criterio de calcular las relaciones en peso ya que en volumen la fibra es muy inexacta).



ACT. 2. Se determinaron los pesos del agua y de la fibra para el diseño en de mezclas.



ACT. 3. Tratamiento de la fibra se sumergió la fibra de bagazo de maguey en agua por 24 horas, después se dejó escurrir y en seguida se pesó sus pesos correspondientes para cada muestra.



ACT. 4. Se determinaron los pesos de los agregados arena y cemento para los tabicones de control sin fibra.



ACT. 5. Se deposito la arena en la carretilla y posterior mente se agregó el cemento y se revolvieron los materiales.



ACT. 6. A la mezcla se le adiciono el peso del agua del diseño se mezcló nuevamente y después de que la mezcla se haya mezclado se depositó en la bloquera de forma uniforme de tal forma que la mezcla quede bien repartida una vez hecho esto se procedió a compactarla en tres secciones con golpes entres 6 a 7 aproximadamente después se levantó la tapa con cuidado y se retiraron los tabicones.



ACT. 7. se calcularon los pesos de los materiales agua, arena y fibra para el diseño con fibra de bagazo de maguey cuishe.



ACT. 8. En la carretilla se revolvieron los agregados arena y cemento y des pues se depositó el 50% de agua de la mezcla y se adiciono con fibra la fibra se esparció por todo el lugar de aplicación y posterior mente se revolví después se agregó el otro 50% de agua y se terminó de revolver ben por último se hizo lo de la ACT.5 y se terminó con el diseño de las mezclas preliminares.



RESULTADOS:

ACT.9. Diseños preliminares de los tabicones quedaron de la suiguiente forma:



ACT.7.1 Tabicones de control

ACT.7.2 Tabicones con fibra entera

ACT.7.3 Tabicones con fibra cortada a 5cm

ACT.7.2 Tabicones con fibra cortada menores a

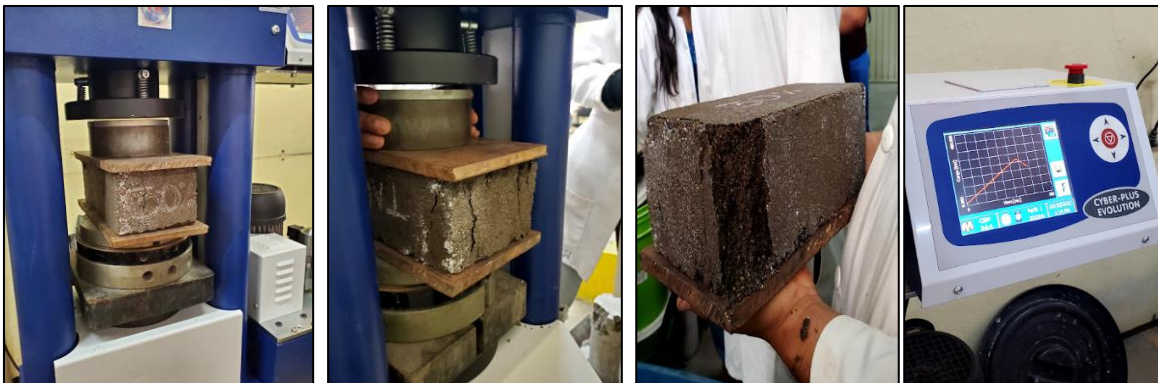
ACT.10. Despues de terechos los tabicones de control y los adicionados con fibra de bagazo de magey se procedio asu proceso de curado para ello se sumergueron durante 7 días en agua tratada con cal.



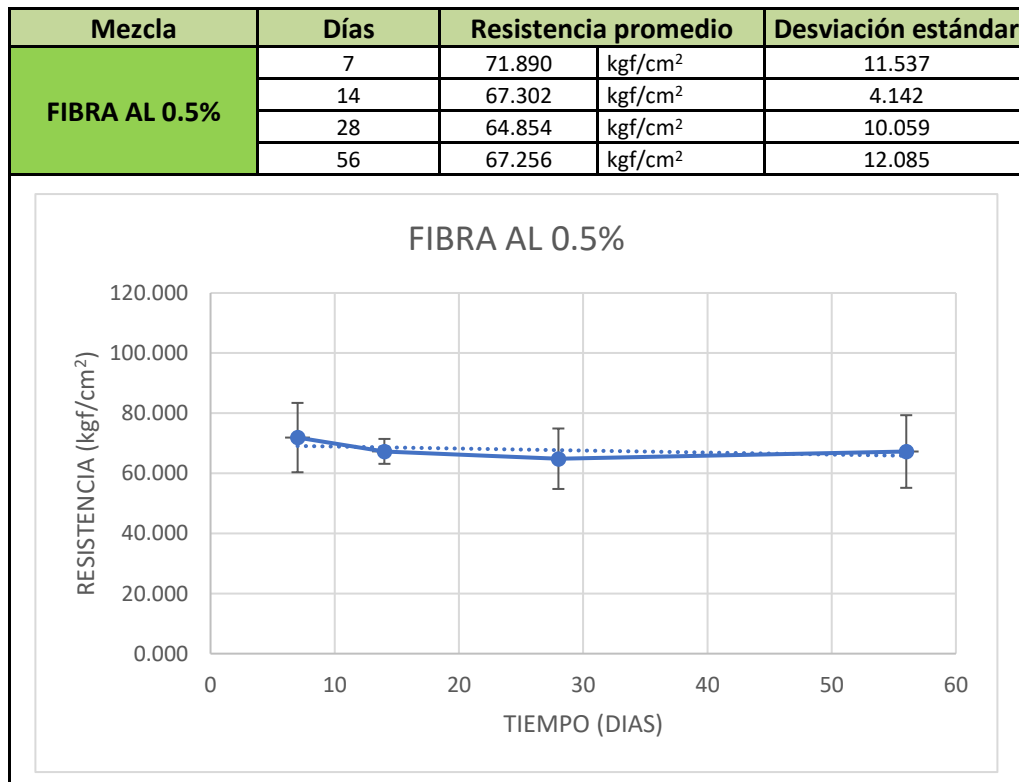
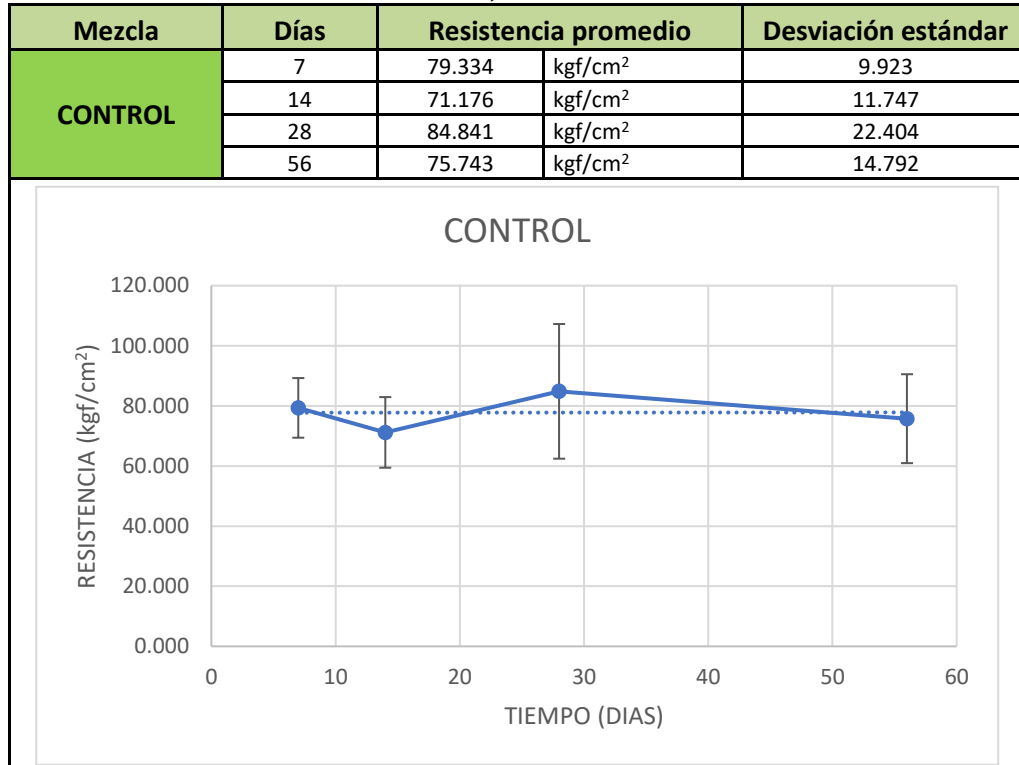
ACT.11. trascurido el tiempo de curado enseguida se procedio a pesar los tabicones para su respectivo tronado.



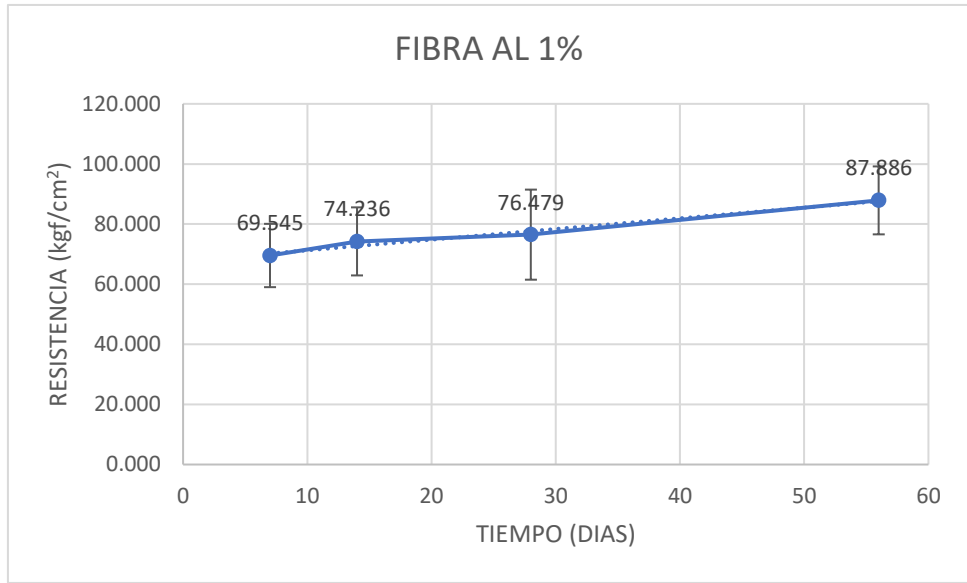
Act.12. Se realizo posteriormente el tronado de los tabicones con los diferentes diseños de mezclas adema en esta prueba preliminar se evaluo los datos para ensayar, se asesoro que el tronado se haya realizado de forma correcta y se escojio el diseño ideal para la elaboracion de los especines a ensayar.



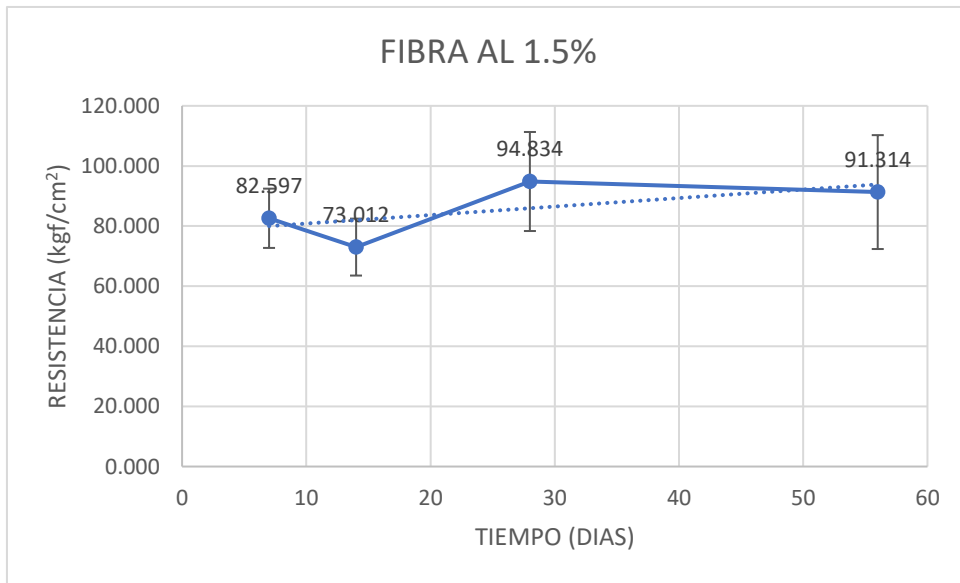
ANEXO IX. Grafica de “Resistencia de los distintos diseños de las mezclas C, M1, M2, Y M3”



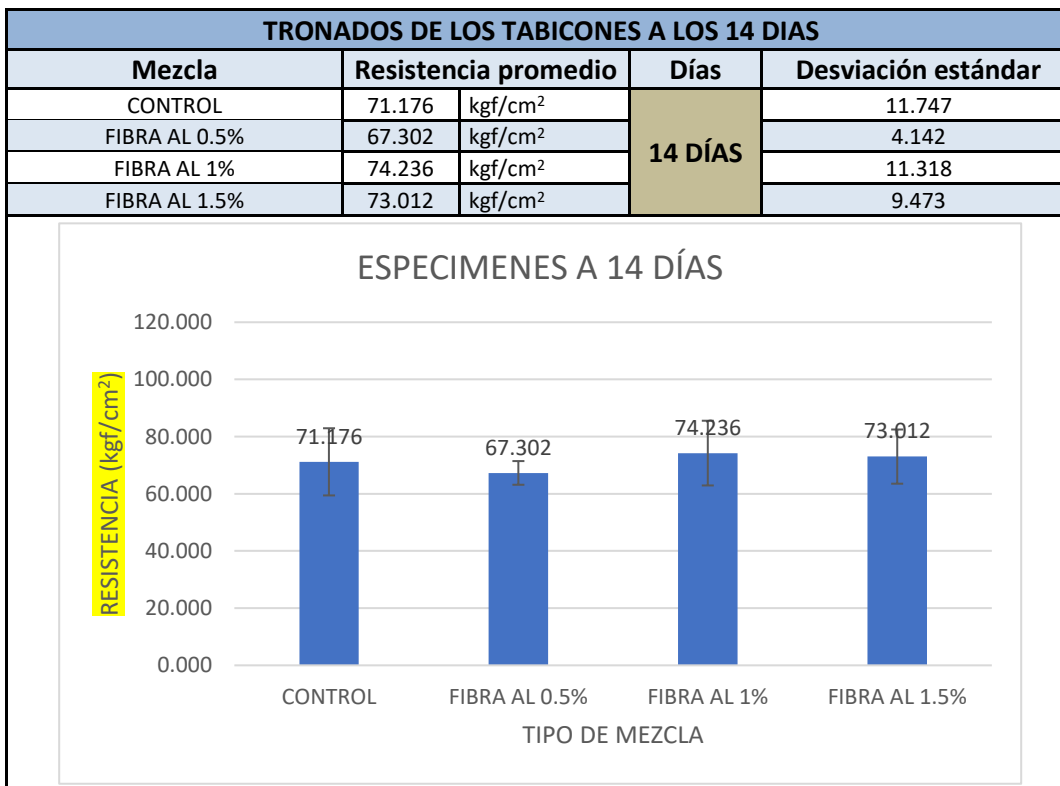
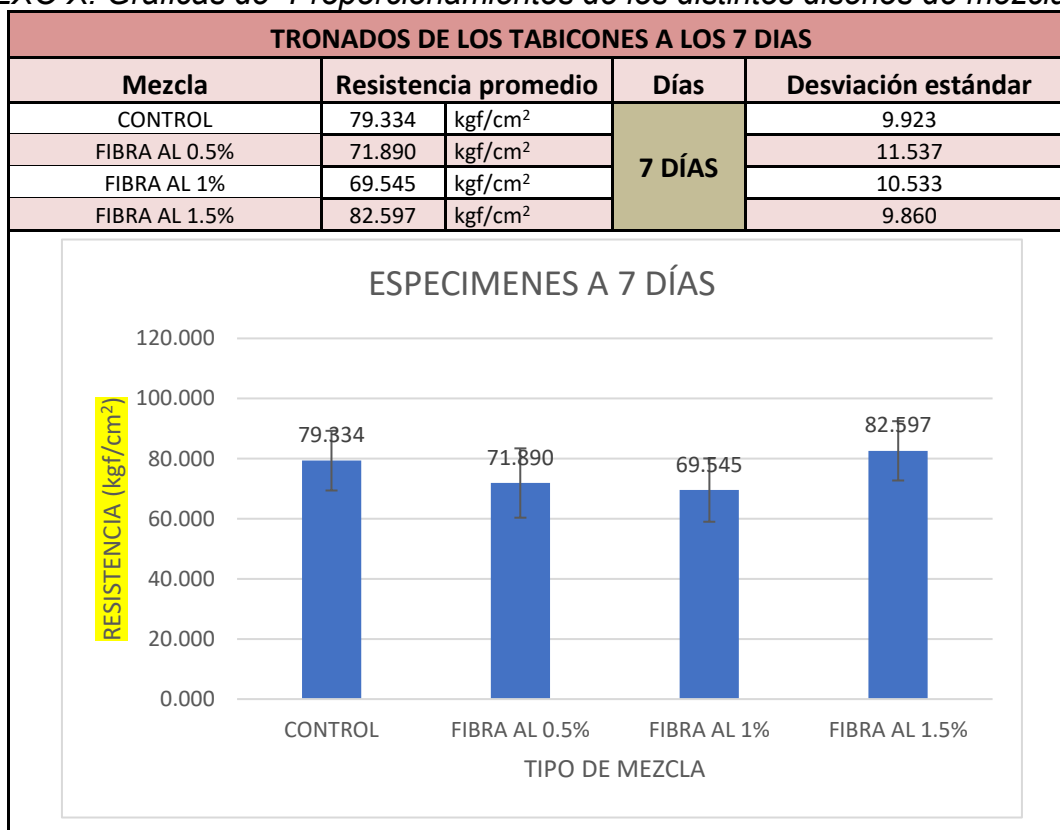
Mezcla	Días	Resistencia promedio		Desviación estándar
FIBRA AL 1%	7	69.545	kgf/cm ²	10.533
	14	74.236	kgf/cm ²	11.318
	28	76.479	kgf/cm ²	14.987
	56	87.886	kgf/cm ²	11.303

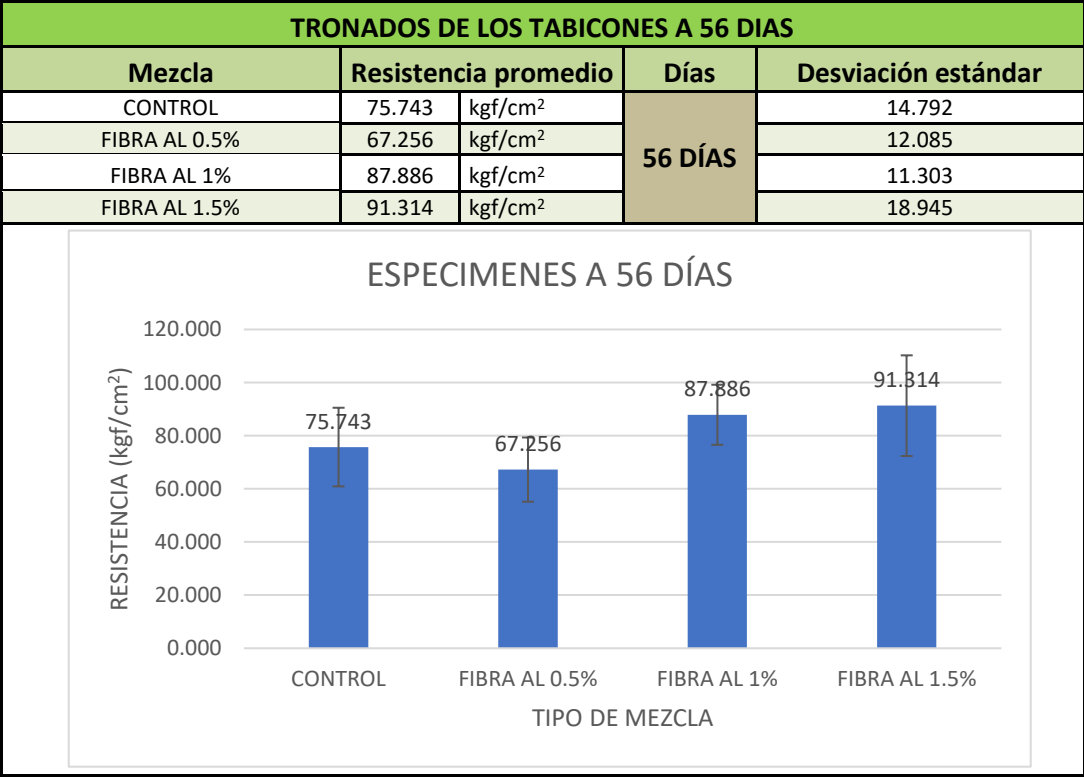
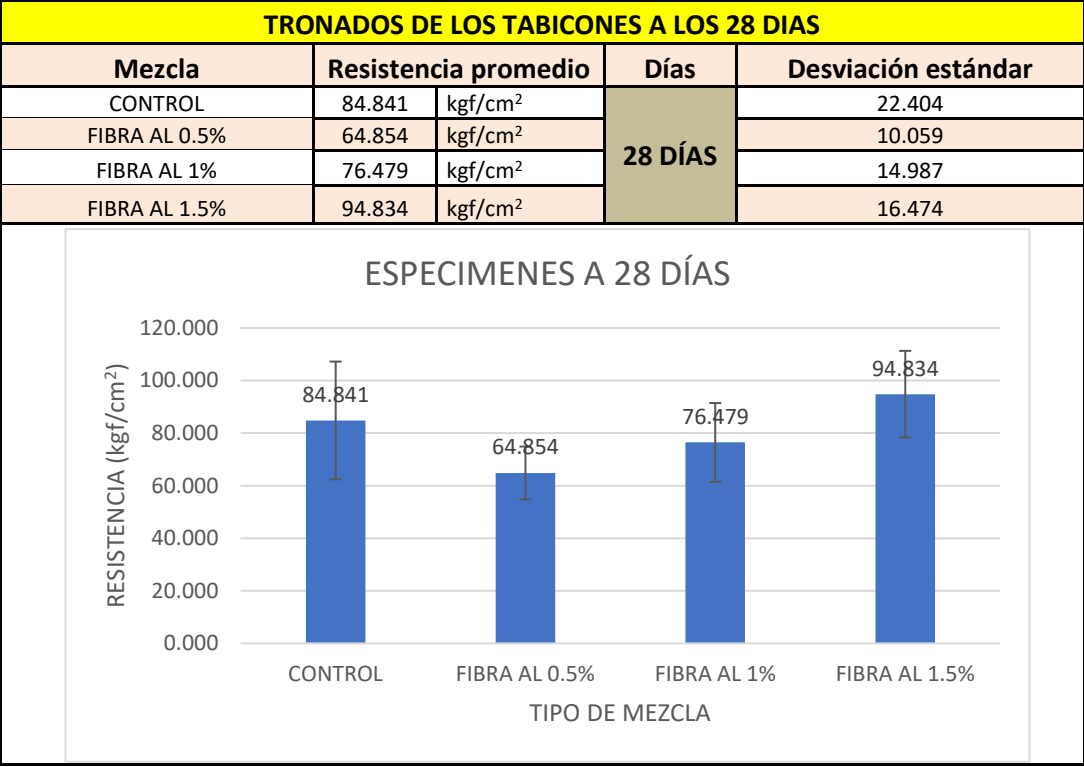


Mezcla	Días	Resistencia promedio		Desviación estándar
FIBRA AL 1.5%	7	82.597	kgf/cm ²	9.860
	14	73.012	kgf/cm ²	9.473
	28	94.834	kgf/cm ²	16.474
	56	91.314	kgf/cm ²	18.945



ANEXO X. Graficas de “Proporcionamientos de los distintos diseños de mezclas”





ANEXO XI. Resultados y gráficas de la prueba de absorción realizada a los diferentes tipos de mezclas (C, M1, M2 y M3).

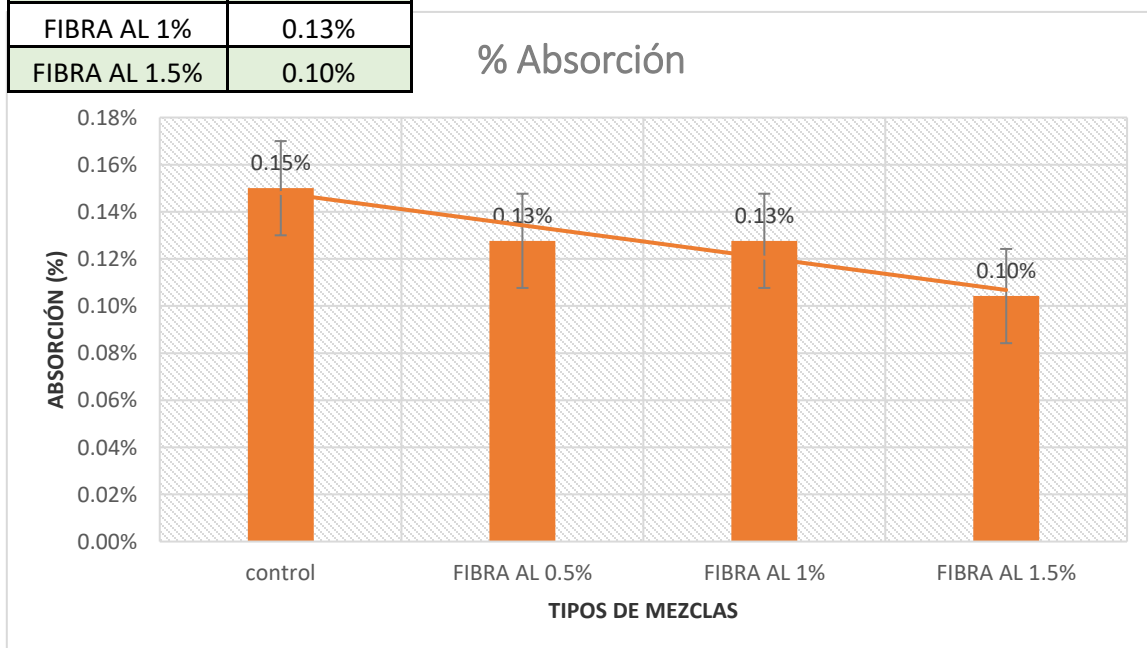
Las pruebas hechas a los tabicones fueron la base fundamental de este proyecto ya que con esto se pudo determinar la resistencia mecánica a la compresión simple y la diferencia de absorción que tiene un tabicón con fibra en cuando a uno convencional. Se utilizó una simbología de colores para determinar los días de tronados de los tabicones que se elaboraron y así poder llevar un control de los días de tronados de los tabicones para ello se asieron las siguientes observaciones que se muestran a continuación:

Se ocuparon como muestras 5 tabicones de control(C), y 5 de cada mezcla adicionados con fibra (M1, M2 y M3), se utilizó una medida estándar para cada tabicón de 10x14x28cm los cuales se sometieron a pruebas de absorción. A demás la prueba de absorción consistió en saturar con agua las muestras por 24 horas, se determinó el peso. Después las muestras se metieron al horno a una temperatura de 110°C como lo marca la norma NMX-C-037-ONNCCE2013, transcurrida las 24 horas se retiraron las muestras, se registró el peso y se realizó la fórmula para determinar el porcentaje de absorción.

RESULTADOS DE ABSORCIÓN DE TABICONES ENSAYADOS.

Los resultados obtenidos en la realización de la prueba de absorción se muestran de la siguiente forma:

Tipo	% Absorción
control	0.15%
FIBRA AL 0.5%	0.13%
FIBRA AL 1%	0.13%
FIBRA AL 1.5%	0.10%



ANEXO XII. Reporte fotográfico del proceso de Mezclado

- Se pesaron los agregados para los especímenes la arena, el cemento, el agua y posteriormente la fibra a utilizar, se engraso la bloquera de 10x14x28cm y se humedeció la carretilla.



- Se vació en la carretilla todo el porcentaje de arena y se esparció sobre ésta se depositó toda la cantidad de cemento para el diseño de la mezcla.



- Se revuelve la mezcla con dos cucharas para la albañilería haciendo tres conos y después se truncó el cono en forma de plato extendido.



- Se adiciona el 50% de agua dejando la otra parte para ser vertida en la fase final y se volvió a mezclar.



- Se esparció la mezcla y se integró la fibra en su totalidad esparciéndose por todos los lados, posteriormente se agregó el porcentaje de agua restante y se volvió a mezclar hasta eliminar todos los grumos restantes



- Se movió la carretilla al lugar de la bloquera manual y se pegó lo más que se pudo y con ayuda de un cucharón se empezó a vaciar la mezcla.



- Se llenaron los tres volúmenes de tabicones de la bloquera con la mezcla para la realización de su compactación se realizaron tres repeticiones de vaciado de 4 a 6 compactaciones manuales apoyándonos de un mazo de goma le dimos una serie de golpes a la bloquera para lograr eliminar las partículas de aire atrapadas



- Después, se retiraron los tabicones de la bloquera con su tarima correspondiente.



- Finalmente, se marcaron los tabicones con su nomenclatura y su número de bacheada y se trasladaron a un cuarto húmedo para su proceso de curado y para posteriores pruebas de ensayo.



El presente proyecto de investigación, diseño de mezclas y procesos de este proyecto se elaboró en el laboratorio de Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Oaxaca.