



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Trabajo de Grado

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

Tema:

**“DURABILIDAD DE PAREDES
DE MAMPOSTERÍA ENLUCIDA CON MORTERO REFORZADO
CON FIBRAS VEGETALES – PRIMERA ETAPA”**

Por:

STEFANY ALCÍVAR BASTIDAS

Director:

DR. ING. WALTER MERA ORTIZ

Guayaquil - Ecuador

2010

TRABAJO DE GRADO
**“DURABILIDAD DE PAREDES
DE MAMPOSTERÍA ENLUCIDA CON MORTERO REFORZADO
CON FIBRAS VEGETALES – PRIMERA ETAPA”**

Presentado a la Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil de la
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Por:
STEFANY ALCÍVAR BASTIDAS

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el
Título de:
INGENIERO CIVIL

Tribunal de Sustentación:

Stefany Alcívar Bastidas
ALUMNA

Dr. Ing. Walter Mera Ortiz
DIRECTOR

Dr. Ing. Walter Mera Ortiz
DECANO FACULTAD DE
INGENIERIA

Ing. Lilia Valarezo de Pareja
DIRECTORA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA CIVIL

Ing. Carlos Chon Díaz
PROFESOR INVITADO

CONTENIDO

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Introducción.....	1

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES QUE COMPONEN LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA 4

1.1. Mortero.....	4
1.1.1. Características técnicas:	5
1.2. BLOQUES DE CEMENTO.....	8
1.2.1. Características.....	9
1.3. ELABORACIÓN DE PAREDES DE MAMPOSTERÍA.....	15
1.3.1. Herramientas:	15
1.3.2. Mano de obra:.....	15

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA FIBRA NATURAL 18

2.1. ABACÁ.....	18
2.1.1. Usos y aplicaciones.	19
2.1.2. Tratamiento para mejorar la fibra vegetal de abacá.	20

CAPITULO III

PRUEBAS EXPERIMENTALES DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO REFORZADO CON FIBRAS VEGETALES..... 23

3.1. Nomenclaturas.	23
3.2. Dosificación.....	23
3.3. Elaboración de probetas.	25
3.4. Ensayos a flexión de las probetas.....	27
3.4.1. Resultado de las pruebas de flexión de las probetas.....	29
3.4.2. Calculo del esfuerzo a flexión.....	29

CAPITULO IV

CONSTRUCCIÓN DE PAREDES DE PRUEBA.....	33
4.1. Dosificación de las fibras en el mortero.....	33
4.2. Procedimiento por hiladas.....	34
4.3. Cuidado de las paredes.....	35
4.4. Traslado de las paredes.....	36
4.5. Programación de ensayos.....	37
4.6. Nomenclatura de las paredes.....	38

CAPITULO V

PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA.....	40
5.1. Pruebas de resistencia al corte.....	40
5.1.1. Equipo utilizados.....	42
5.1.2. Montaje y ejecución.....	42
5.2. Pruebas de resistencia a la compresión.....	44
5.2.1. Montaje.....	45
5.2.3. Ejecución.....	46
5.3. Fallas a Cortante.....	47
5.4. Fallas a Compresión.....	49
CONCLUSIONES:.....	51
ANEXOS.....	55
ANEXO A.....	55
ANEXO B.....	60
ANEXO C.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	68

DEDICATORIA

La vida es como un libro, al principio no tenemos nada escrito en él, pero a medida que avanzamos en el tiempo vamos forjando nuestro destino y éste se va escribiendo; somos nosotros los únicos que decidimos que es lo que queremos para nosotros y nuestra familia.

Dedico esta monografía en primer lugar a Dios porque gracias a su constante presencia en mi vida, me ha convertido en lo que soy; a mis padres que son el motor, la fuerza, la luz que ha guiado mis pasos, que me han sabido dar el amor necesario, que me han enseñado que en esta vida nada se logra sin sacrificios, pero que al final esos sacrificios son recompensados, a toda mi familia, en especial a mi papá porque eres esa persona a la que yo admiro más que a nadie porque a pesar de la adversidad, saliste adelante y convertiste a esta familia en lo que es; a mi mamá por conocerme mejor que mi misma, porque fueron tus palabras, tus consejos en tu manera particular y peculiar de decir las cosas, me enseñaste y me ayudas a enfrentarme a la vida día a día; a mi hermano porque sin él nuestra vida no sería la misma, porque eres esa persona que siempre está ahí, que siempre me hace reír, demostrarte hermano que la vida puede ser muy dura, pero con amor, unión y esfuerzo todo se logra, por más difícil e imposible que parezca, todo lo podemos lograr, deseo que seas mejor que yo en todos los sentidos, pero aquí está mi ejemplo, sé mejor que yo!.

Para concluir, se que lo que está por venir es un futuro mejor para mí y todos las personas que amo, porque eso me han enseñado ustedes, en especial tú papi.

Stefany Alcívar Bastidas

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a Dios por permitirme culminar con éxito mi carrera, pero se que esto no termina aquí, todavía falta mucho más, mucho por aprender; a mis padres por su apoyo, sus palabras, por brindarme su hombro y reconfortarme cuando venía deprimida porque algo había salido mal, y porque me impulsaban con sus palabras a seguir estudiando y no darme por vencida nunca, como dice mi papá: “Peléela, hija hasta el final”; a mis tíos algunos no están aquí, sin embargo siempre estuvieron presentes en toda mi vida, gracias sin ustedes esto no sería posible.

Agradezco de manera muy especial a mi director de monografía y amigo Ing. Walter Mera Ortiz, por su constante apoyo y guía durante, antes y después de la realización de esta monografía, en todo el proceso de formación.

A todas las personas que colaboraron conmigo de manera directa e indirecta, para la ejecución de este trabajo, muchos de ellos sin conocerme, sin embargo estuvieron ahí pendientes del avance de este trabajo, muchas gracias por su ayuda, les quedaré eternamente agradecida.

A mis amigos de aula, porque siempre estuvimos apoyándonos mutuamente durante nuestra formación, por los trabajos, deberes, exámenes en fin chicos, si se pudo.

Universidad Católica Santiago de Guayaquil

Investigación de laboratorio para

**“DURABILIDAD DE PAREDES
DE MAMPOSTERÍA ENLUCIDA CON MORTERO REFORZADO
CON FIBRAS VEGETALES – PRIMERA ETAPA”**

Por:

Stefany Alcívar Bastidas

Director:

DR. ING. WALTER MERA ORTIZ

INTRODUCCIÓN:

El siguiente tema de investigación trata sobre la *“Durabilidad de paredes de mampostería enlucidas con mortero reforzado con fibras vegetales - Primera Etapa”*, describiendo brevemente los materiales que vamos a utilizar tales como: arena fina, bloques de cemento y de arcilla, cemento y la fibra vegetal (abacá).

Se analizarán los posibles beneficios en cuanto a la durabilidad que tendrán la mezcla de cemento reforzado con la fibra vegetal y la arena, teniendo como finalidad las ventajas del uso de este material en la elaboración de la mezcla de mampostería de enlucido como soporte estructural y también conocer la durabilidad de este mortero, ya que la mezcla de un elemento orgánico con uno inorgánico en un futuro puede presentar problemas. Además de conocer el gran aporte de este material en el control de fisuras y a la resistencia de las paredes frente a cargas externas y la durabilidad de las mismas.

A pesar que el agrietamiento es inevitable por acción de las cargas externas, esta fibra tiene la particularidad de evitar la prolongación de las fisuras y por ende aporta en ductilidad a un material que originalmente es considerado frágil.

Para mejores resultados se ha decidido elaborar nuestro propio mortero con arena, cemento y agua, con el que logramos la dosificación exacta y requerida para los ensayos de laboratorio.

Los resultados de los ensayos tanto en las paredes hechas con bloques de cemento y bloques de arcilla reforzadas con la fibra vegetal (abacá), se compararán entre sí para obtener resultados estadísticos en los cuales se muestren la diferencia en la durabilidad de estos dos tipos de paredes, al mismo tiempo que para demostrar la durabilidad será necesario un estudio que continúe con el tema propuesto, ya que se quiere saber cual será el resultado en cuanto a la afectación de la fibra vegetal por parte del mortero.

El mortero que se usará será ensayado en probetas sometidas a esfuerzos de flexión, luego se estudiará el comportamiento de paredes construidas y enlucidas con este mortero reforzado con la fibra vegetal, sometidas a compresión y a corte.



Capítulo I



DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES QUE COMPONEN LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA

1.1. Mortero.

El mortero es el material que se obtiene al mezclar cemento, arena, agua y en casos en que se requiere aditivo; ya que sirve para pegar los bloques entre las uniones o juntas (verticales y horizontales). Gracias a su capacidad de adherencia puede ser empleado para crear revestimientos en elementos de mampostería mejor conocido como “enlucido”. Este material protege a los bloques de los agentes climáticos que podrían deteriorarlo, por lo que es empleado para dar un buen acabado arquitectónico. Debe tener una buena plasticidad y consistencia para poderlo colocar de la manera adecuada así como suficiente capacidad de retención de agua para que los bloques no le quiten la humedad que necesita evitando así fisuras en el enlucido, desarrollando la resistencia de la interfase mortero - bloque mediante la correcta hidratación del cemento del mortero.

Agua: El agua para la preparación del mortero debe estar libre de sales y minerales con un PH óptimo para que no afecte en las propiedades del mortero

Cemento: El cemento utilizado para el mortero es Portland Tipo I.

Arena: La arena puede ser natural o triturada. Debe estar libre de materiales contaminantes, sales, arcilla o impurezas orgánicas; además de estar bien tamizada para obtener una mejor trabajabilidad y adherencia en el mortero.



Se recomienda la arena fina para preparar morteros de enlucido, y arena gruesa para pegar los bloques aunque en este trabajo de investigación se decidió usar el mortero fabricado in situ en ambas etapas, pega y enlucido. Esto se lo hizo con el fin de uniformizar las propiedades mecánicas del material empleado.

Fibra Vegetal: La fibra vegetal que se usará en el desarrollo de este trabajo de grado es el abacá, el cual es una planta con apariencia similar a la del banano, pero con propiedades y usos diferentes, que tiene un proceso cuidadoso tanto de cultivo como de siembra.

1.1.1. Características técnicas:

- Resistencia a la compresión del mortero a los 28 días es de 7-9 MPa. 623.92 N/cm²
- Resistencia a la compresión del motero más fibra a los 28 días es de 601.35 N/cm²
- Retención de agua de un 80% a un 85%.
- Agregado grueso, limpio, secado y seleccionado.
- Requerimiento de agua de 7 a 8 litros por saco.

Preparación del mortero.

Para obtener un buen mortero se debe comenzar con una dosificación que cumpla con los requisitos de calidad. Dicha dosificación deberá realizarse por



peso, ya que por volumen se tendrán problemas de hinchamiento de la arena con la humedad originando así aumento de volumen por la presión de agua sobre las partículas.

Aunque la expansión por si no afecta nocivamente al mortero, al momento de colocar volúmenes fijos de arena y este se encuentra hinchado presenta insuficiencia de dicho material, originando así morteros más costosos por el incremento de cemento por volumen real de mortero producido. Este aumento depende del porcentaje de humedad en la arena y de su finura.

Una arena superficialmente seca presentará una expansión entre un 20% y 30% si se le incrementa entre un 5% y 8% su contenido de humedad, y cuando esta se satura completamente su volumen disminuye nuevamente a consecuencia de su reagrupación de partículas.

Si estos componentes se miden por peso, el hinchamiento no tiene importancia, simplemente tomamos en cuenta la humedad de la arena para las correcciones sobre cantidad de agua que aportará a la mezcla y reducir la del agua adicional.

Debemos tener en cuenta para la producción del mortero:

- La humedad de los materiales en obra, que dependen de las condiciones del sitio donde están almacenados, estado del tiempo y su posición dentro del sitio, debemos saber que la arena debe tener un contenido de humedad bajo de lo contrario no existirá una buena homogeneidad en el mortero.



- Calidad y características de la arena (control de lodos y verificación de granulometría).
- Dosificación especificada y la forma de preparación de la mezcla.

Características del Mortero:

- *Trabajabilidad:*

Es la propiedad que el mortero tiene para ser manipulado y esparcido con facilidad en estado plástico.

Esta propiedad está directamente relacionada con la plasticidad e indirectamente con la viscosidad, la cohesión y la densidad. No existe ensayo para determinar sus características y mucho menos para cuantificarla, se acepta como ensayo de trabajabilidad el ensayo de fluidez o flujo de la mezcla.

- *Retención de Agua:*

Esta propiedad le permite al mortero conservar el agua necesaria para la hidratación del cemento en ambientes absorbentes como las superficies de las unidades de mampostería. La retención de agua se mejora con la adición de un retenedor de agua, e incide mucho en la rata de endurecimiento y en la resistencia final del mortero. Una mezcla incapaz de retener el agua no permite la hidratación de sus materiales cementantes.



- *Rata de endurecimiento:*

Es la diferencia entre el tiempo de fraguado inicial y el final. Considerando que el tiempo de fraguado inicial no debe ser menor a los 45 minutos y el tiempo de fraguado final no debe ser mayor a las 6 horas.

- *Durabilidad:*

Es la resistencia que tiene el mortero frente a los agentes climáticos, sin presentar deterioro de su estructura física a lo largo del tiempo. Está íntimamente relacionada con su densidad y con el contenido de cemento

1.2. BLOQUES DE CEMENTO

Se conoce como bloque de cemento a aquel elemento prefabricado de concreto, de forma rectangular y con una porosidad que superan el 25% de su área total bruta. Se utiliza para construir elementos de mampostería tales como paredes, muros y losas alivianadas, siendo por su forma y estructura muy utilizado en la construcción de divisiones de ambientes en una edificación, cerramientos, etc. que proporcionan a la vez seguridad y aislamiento ante agentes externos tales como la humedad, ráfagas de viento, calor, ruido, bajas temperaturas, etc.

Dándole el tratamiento adecuado se transforma en elementos arquitectónicos con acabados muy elegantes.

Lo más utilizado en construcción de mampostería estructural son los bloques de cemento, debido a que pueden ser reforzados ambos extremos de la pared con



acero estructural, que van empotrados a las columnas conformando el pórtico ayudando así a la rigidez.

1.2.1. Características

La mampostería tanto estructural como no estructural se rigen según las normas ASTM, que son las que determinan las características físicas de los bloques de cemento empleados para la construcción.

- ***Carga máxima:***

Es la carga máxima a la que se puede someter un espécimen sin que éste falle a compresión de manera individual.

- ***Resistencia a la compresión:***

Es la carga máxima a compresión que resiste una unidad o espécimen, dividida por el área de la sección transversal que la soporta, pudiendo ser esta el área bruta o el área neta. En resumen es la facultad que tiene un elemento de soportar cargas de compresión de manera individual, diferenciándose de la resistencia del muro. Y se asocia directamente a las demás propiedades.

- ***Densidad:***

Es la relación entre la masa (peso) y el volumen bruto del elemento.

- ***Absorción:***

Es el agua que entra a los poros del espécimen, expresada en unidades de masa/volumen o como un porcentaje de la masa (peso) seca del espécimen.



- ***Contracción:***

Es una pérdida o reducción en el volumen de una masa del elemento (unidad de mampostería, mortero o concreto), debida a una reacción química o el secado.

- ***Contenido de humedad:***

Cantidad de agua que se encuentra presente en el espécimen al momento de evaluarlo, expresado, por lo general, como un porcentaje del peso del espécimen secado al horno.

- ***Contracción lineal por secado:***

Es la reducción de longitud del elemento debido a la deshidratación, tomando como consecuencia cambios de volumen, desde el estado de saturación hasta una masa y una longitud de equilibrio, determinada bajo condiciones de secado rápido.

- ***Durabilidad:***

Es la propiedad que tiene el material de resistir los ataques de los agentes climáticos, la acción de la intemperie, los ataques químicos y otras cargas de servicio a lo largo del tiempo.

- ***Eflorescencia:***

Son sales solubles generalmente blancas y comúnmente sulfato de calcio, que se forma en la superficie de la mampostería al evaporarse la humedad.

- ***Succión:***

Es la absorción previa entre el bloque y la masa del mortero al entrar en contacto.



- ***Aislamiento acústico:***

Las ondas de sonido son parcialmente reflejadas, absorbidas y transmitidas en cantidades variables luego de impactar con el muro, dependiendo de la superficie y composición de la mampostería de bloque.

El estudio de estas características es de suma importancia para el diseño de teatros, cines, auditorios, donde el sonido es emitido en un punto y debe ser audible a una distancia considerable y al mismo tiempo ésta debe estar aislada del ruido exterior.

Por otra parte las habitaciones silenciosas que demanden edificaciones, tales como: hoteles, hospitales, viviendas, oficinas y escuelas, en donde los ruidos exteriores son inaceptables también requieren de materiales de construcción aislantes.

Debido a las perforaciones verticales de los bloques de concreto, su área neta transversal varía entre el 40% y el 50% del área bruta, lo que proporciona cámaras aislantes que pueden ser reforzadas en su función al rellenarlas con materiales como espuma, fibra de vidrio, etc.

La absorción del sonido se acentúa en los bloques de concreto con textura abierta y disminuye, hasta en un 3%, cuando han sido recubiertos con acabados lisos que contribuyen a cerrar los poros. Los muros de mampostería arquitectónica de concreto absorben entre el 18% y el 69% del sonido, dependiendo de la textura del concreto y del acabado de la superficie.



- ***Aislamiento térmico:***

El aislamiento térmico es otra de las características que ofrecen los muros de mampostería de concreto y es inversamente proporcional a la densidad del concreto de las unidades.

Las perforaciones de los bloques funcionan como cámaras aislantes, pues el aire es menos conductor térmico que el concreto.

De forma muy similar que para el aislamiento acústico, también se pueden rellenar las perforaciones con materiales que cumplen ambas funciones (aisladores térmicos y acústicos); o se pueden aprovechar las celdas que se conforman en los muros de bloques para permitir la circulación de aire por su interior y aliviar la carga de almacenamiento térmico del muro; o, en sistemas cerrados, para ganar carga térmica bajo láminas de vidrios en colectores solares.

- ***Resistencia al fuego:***

La resistencia al fuego de una pared está relacionada con el diseño y dimensiones de las unidades de mampostería, el tipo de agregados empleados en su fabricación, la relación (cemento/agregados), el método de curado del concreto y su resistencia.

Para efectos comparativos la resistencia del fuego está en función del espesor equivalente.

El espesor equivalente corresponde a un número de horas necesario para que se produzca la elevación máxima de temperatura aceptada en el ensayo de resistencia al fuego.



El espesor equivalente para muros contruidos con unidades de mampostería puede estimarse a partir de los valores que se indican en la Tabla 1.1.








Tabla 1.1 Valores de espesor equivalente (eq) y de muros inyectados expresados como horas de resistencia a fuego.

RESISTENCIA AL FUEGO	1	2	3	4	5
ESPEJOR EQUIVALENTE (eq), mm	80	100	130	170	
ESPEJOR NOMINAL DE LA UNIDAD INYECTADA, mm			150	200	250

- **Dimensiones:**

Las dimensiones de una unidad de mampostería están definidas como su espesor, su altura y su longitud. Para cada una de ellas existen tres tipos de dimensiones, según el propósito: las dimensiones reales son las medidas directamente sobre la unidad en el momento de evaluar su calidad; las dimensiones estándar son las designadas por el fabricante en su catálogo o pliego (dimensiones de producción) y las dimensiones nominales son iguales a las dimensiones estándar más el espesor de una junta de pega, o sea 10 mm. Como ejemplo, un bloque de dimensiones nominales (espesor, altura, longitud, en mm) 200 x 200 x 400, tendrá unas dimensiones estándar de 190 x 190 x 390, pero sus dimensiones reales podrán ser de 191 x 189 x 392. En la tabla 1.2 se describe alguno de los tipos de bloques comerciales.

Tabla 1.2 Tipos de bloques de concreto comerciales.

Tipo	Largo cm	Altura cm	Espesor cm	Peso seco kg	Resistencia Mpa	Requer U/m²	Descripción	Utilización
	39	19	6.5	6	2	12.5	Bloque de densidad especial alivianado	Paredes livianas en interiores, divisorias en pisos altos
	39	19	9	7	3	12.5	Bloque de hormigón liviano	Paredes livianas de 9cm. De espesor en exteriores, interiores y en pisos altos
	35	19	6.5	6	3	12.5	Bloque de hormigón liviano	Paredes liviana de 6.5 cm de espesor en interiores, en pisos altos
	19	19	6.5	2.95	3	25	Traba de hormigón liviano	Remate de paredes trabadas con bloque PL-6
	35.5	15.5	6.5	3.88	2	18	Bloque densidad especial alivianado	Paredes livianas divisorias interiores, en pisos altos, divisiones encloset y gabinetes
	39	19	9	7.2	2	12.5	Bloque de densidad especial alivianado	Paredes livianas en interiores y en pisos altos
	39	19	14	9.2	4	12.5	Bloque de hormigón liviano	Paredes livianas de 14 cm de espesor, alta resistencia para interiores, exteriores y en pisos altos



1.3. ELABORACIÓN DE PAREDES DE MAMPOSTERÍA.

1.3.1. Herramientas:

Las herramientas usadas para la construcción y revisión de mampostería son las que se mencionan a continuación:

- 1) Plomada, sirve para verificar las irregularidades verticales en el momento de construir la pared.
- 2) Paleta, para dar un mejor acabado liso en el enlucido.
- 3) Piolas, sirven de guía para la alineación de bloques.
- 4) Cajoneta de madera, para la elaboración y preparación de los distintos tipos de morteros.
- 5) Bailejo, sirve para sacar el excedente de mortero en las juntas, para la colocación del mismo, enlucir y champear.
- 6) Regleta de aluminio, para asegurar la plenitud horizontal y vertical del enlucido en los muros.
- 7) Flexómetro, para chequear las paredes acabadas enlucidas y sin enlucir.
- 8) Nivel, para verificar la el nivel de enrase de los muros y la posición de los bloques.

1.3.2. Mano de obra:

Los albañiles deben estar perfectamente entrenados para esta actividad, conocer los principios fundamentales del sistema constructivo y las características de los materiales. La calidad final del muro y su apariencia, dependen, en gran parte, de la habilidad que posea el albañil.



Para los ensayos se requirió de albañiles y oficiales de mucha experiencia laboral, ya que esto es fundamental para un buen acabado y se necesita que estas personas cuenten con la habilidad para realizar un trabajo de calidad.



Capítulo II



DESCRIPCIÓN DE LA FIBRA NATURAL

2.1. ABACÁ

El abacá o el Cáñamo de Manila, es una planta de la familia de las Musáceas, propia de Borneo y las Filipinas, crece en lugares cálidos muy lluviosos y es bastante parecida al plátano, pero se diferencia de éste en tener un follaje más derecho y angosto, además de tener usos más variados que el plátano.



- 1. Fibra de abacá -

Es valiosa por sus fibras resistentes que se emplean en la elaboración de cordajes y la fabricación de textiles.

El abacá es originario de las Filipinas. Se produjo exclusivamente en esta región hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando el Ejército Japonés paró la producción y los productores buscaron un nuevo lugar para establecerlo y cultivarlo. Se encontró que Ecuador era un excelente lugar para cultivar abacá.

Características:

Las fibras de abacá están constituidas por paquetes de células de 2.5 a 12mm de longitud, con paredes uniformes y cavidades relativamente grandes, con los



extremos puntiagudos. Los haces de fibras pueden alcanzar una longitud de 1.5 a 3.0m. y varían en color, desde blanco a amarillo rojizo. Son livianos, fuertes y lustrosos.

Hábitat:

Esta es una familia de las regiones tropicales de Asia, África, de Madagascar y Australia, naturalizada en Centroamérica

2.1.1. Usos y aplicaciones.

El abacá tiene varios usos. Como las fibras son particularmente resistentes al agua salada, se ha usado durante años para fabricar redes de pesca. La fibra de mejor calidad es usada para producir papel de seguridad y de alta calidad. La fibra de menor calidad es usada en la producción de bolsas de té, envolturas de salchichas, envoltura de pañales, papel higiénico, servilletas, cables de conducción eléctrica, entre otros diferentes productos.

El abacá cultivado en el Ecuador es más blanco que el abacá de las Filipinas y por esta razón es considerado una fibra de mejor calidad. Sin embargo, no importa en donde sea cultivado, es posible ganar o perder calidad durante el proceso de extracción de fibra de la planta.

La cuerda de abacá se hace de cáñamo y es fuerte y a prueba de intemperie. Se estira muy poco en comparación a las de otros materiales.



2.1.2. Tratamiento para mejorar la fibra vegetal de abacá.

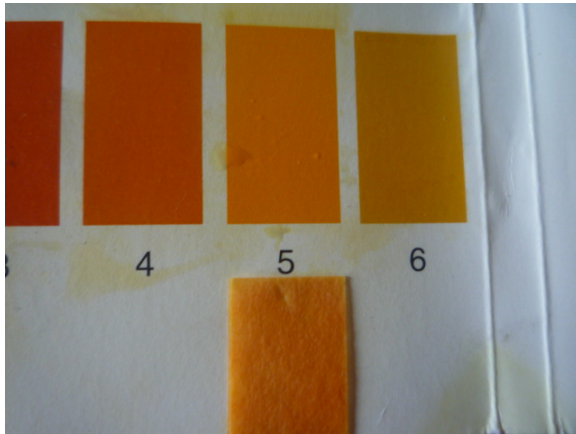
La fibra vegetal de abacá es curada para los varios usos que tiene en el mercado, sin embargo no existe ningún método del tratamiento del abacá para uso ingenieril, razón por la cual las personas que han realizado tesis, trabajos de grado con esta fibra han tenido que experimentar para conocer su resultado.

Anteriormente la fibra vegetal de abacá había sido curada con sustancias alcalinas, ya que ésta es resistente a los álcalis, haciendo así una mezcla de cal con agua, pero los resultados obtenidos no fueron los más satisfactorios para los que desarrollaron este tema. Este es el motivo por el cual en este trabajo de grado como el propósito del mismo es demostrar la durabilidad de las paredes de mampostería con mortero reforzado con fibra vegetal, se ha buscado un método con el cual se pueda curar el abacá sin perjudicar el mortero, para esto se encontró que existe un ácido que no perjudica en ninguno de los sentidos a las partes antes mencionadas y este es el ácido orgánico específicamente un ácido acético, y en el mercado este producto se lo encuentra en el vinagre.

En este trabajo de grado, se usará el vinagre como curador de las fibras vegetales de abacá. El vinagre tiene un PH natural de 3, pero si se remoja con vinagre la fibra vegetal y luego se la enjuaga con agua y se somete a un proceso de secado natural, se obtiene un PH 6, pero lo óptimo del proyecto es conseguir que la fibra vegetal curada nos quede con un PH 7 es decir que sea neutra, esto ha sido logrado curando la fibra vegetal con una composición de vinagre y agua en diferentes proporciones, teniendo así un PH original de 5 y luego de lavarla



con agua nos da el PH 7. Por lo que se espera que los resultados obtenidos mediante este procedimiento de resultados satisfactorios para este trabajo y los trabajos posteriores.



- **2. Curado de la Fibra vegetal de abacá -**



Capítulo III



PRUEBAS EXPERIMENTALES DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO REFORZADO CON FIBRAS VEGETALES.

Análisis de Flexión.

Para la determinación del esfuerzo a flexión del mortero de cemento hidráulico se tomará como referencia la Norma ASTM C-348-97, adjuntada en el anexo A.

Se han considerado para esta prueba 48 tipos de probetas de 2 composiciones diferentes de mortero hidráulico de 40x40x160 mm, en la siguiente distribución 12 en estado puro y 38 mortero mezclado con las fibras.

Para facilitar la identificación de los mismos y posteriormente de las paredes, se realizó una descripción mediante basada en las fechas de moldeo.

3.1. Nomenclaturas.

Tipo	Descripción	Nomenclatura	
1	Mortero	Fechas	12M
2	Mortero + Abacá	Fechas	38M+F

Descripción:

MORTERO.

El mortero usado en estas pruebas es el mortero hidráulico convencional mencionado anteriormente en el capítulo I.

3.2. Dosificación.

La dosificación de los testigos en unidades de peso tanto del cemento, arena y agua como las fibras que fueron necesarias para este ensayo se muestran en la siguiente tabla.

**Dosificación de las probetas.**

Tipo	Nomenclatura	Cemento (g)	Agua (g)	Arena	Fibras (g)
1	Fecha	1200	600	1800	0
2	Fecha	1200	600	1800	8

Cronograma de elaboración de probetas.

Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
FEB. 2010	1	2	3 6M	4 3M+3F	5 3M+3F	6	7
	8	9 6M+F	10 6M+F	11 6M+F	12 6M+F	13	14
	15 6M+F	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25 sacar del agua 04-FEB	26	27	28
MAR.	1	2	3	4	5 sacar del agua 05-FEB	6	7

M = mortero

M + F= Fibra vegetal de abacá

Los ensayos de las probetas restantes se harán en un periodo de 3 años, ya que el propósito del tema es conocer la durabilidad del mortero reforzado con fibra vegetal por lo que la persona que continúe con el tema hará los ensayos respectivos. Como se detallan en la tabla a continuación:

**Tabla 3.2**

Días	Molde	Sacar del agua
3 meses	09-Feb-2010	09-May-2010
6 meses	09-Feb-2010	09-Ago-2010
9 meses	10-Feb-2010	10-Nov-2010
12 meses	10-Feb-2010	10-Feb-2011
15 meses	11-Feb-2010	11-May-2011
18 meses	11-Feb-2010	11-Ago-2011
21 meses	12-Feb-2010	12-Nov-2011
24 meses	12-Feb-2010	12-Feb-2012
30 meses	15-Feb-2010	15-Ago-2012
36 meses	15-Feb-2010	15-Feb-2013

3.3. Elaboración de probetas.

Para la elaboración de las probetas se pesaron todos los materiales por separado, luego de esto, se mezclaron todos los elementos según la tabla de dosificaciones, en un recipiente totalmente seco para que no altere su dosificación de agua de esta forma obtendremos una mezcla homogénea, una vez obtenida el mortero procedimos a limpiar y secar los moldes y posteriormente su colocación, en capas uniformes de aproximadamente 15 mm las cuales se compactaron para eliminar las burbujas de aire o vacíos con una espátula especial que no retiene agua con el fin de que la mezcla no pierda humedad luego se golpearon alrededor de los moldes metálicos para llenar los vacíos con un martillo de goma, cuidando que no segregue el material, una vez culminado este proceso se enraza la superficie eliminando cualquier excedente posible.



- 3. Elaboración de probetas -

**Desmoldado.**

Se deja reposar el mortero en el molde por 24 horas hasta que culmine su fraguado, para ser desmoldado y curarlos en agua por los siguientes días: 21, 28 días; 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36 meses respectivamente, para luego ser ensayados a flexión.

Curado.

Se colocaron las probetas de mortero en un recipiente con agua. Las probetas que se ensayarían a los 21 días, estuvieron en agua durante los 21 días. Las probetas que se ensayarían a los 28 días, estuvieron sumergidas en el tanque durante los 28 días, y así sucesivamente con las demás probetas curadas durante el tiempo especificado previamente.

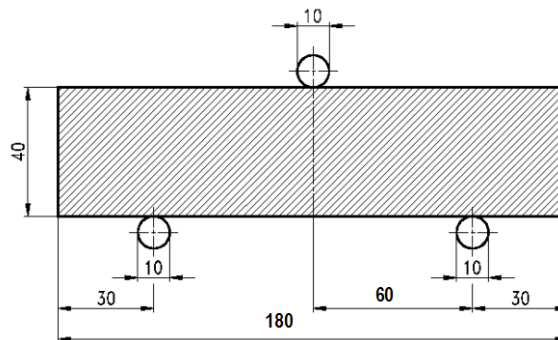
3.4. Ensayos a flexión de las probetas.

Una vez que las probetas estén debidamente curadas, se procede a retirarlas del tanque la superficie de apoyo debe estar limpia para que la aplicación de la carga estén libres de granos de arena sueltos o incrustados. La carga se ejerció perpendicular a la superficie de la muestra y en el centro de la distancia entre los ejes de apoyos, se le va aplicando una carga de velocidad constante registrando la máxima carga hasta que el elemento falle.

La descripción de la máquina de ensayo se encuentra adjunta en el Anexo B



- 3. Máquina para el ensayo de probetas -



- Máquina universal CONTROLS con capacidad de 50 KN -

Cronograma de rotura de probetas.

Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
FEB. 2010	22	23	24	25 Ensayo 4-02 3M+3F	26	27	28
MAR. 2007	1	2	3	4	5 Ensayo 5-02 3M+3F	6	7



Nota: Los demás ensayos serán ejecutados en el periodo antes establecido por la persona que continúe con el presente trabajo.

3.4.1. Resultado de las pruebas de flexión de las probetas.

Ensayo a los 21 días: **Tabla 3.4.1 - A**

PROBETAS	CARGA (KN)
4-02/M1	2.80
4-02/M2	2.64
4-02/M3	2.57
4-02/M1+F	2.36
4-02/M2+F	2.38
4-02/M+3F	2.41

Ensayo a los 28 días: **Tabla 3.4.1 - B**

PROBETAS	CARGA (KN)
5-02/M1	2.95
5-02/M2	2.77
5-02/M3	2.67
5-02/M1+F	2.40
5-02/M2+F	2.63
5-02/M3+F	2.70

3.4.2. Calculo del esfuerzo a flexión.

$$R_f = \frac{Mc}{I}$$

R_f: esfuerzo a flexión

M: momento máximo

I: inercia



Si

$$M = \frac{Pl}{4}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$c = \frac{h}{2}$$

$$b = h$$

Tenemos que,

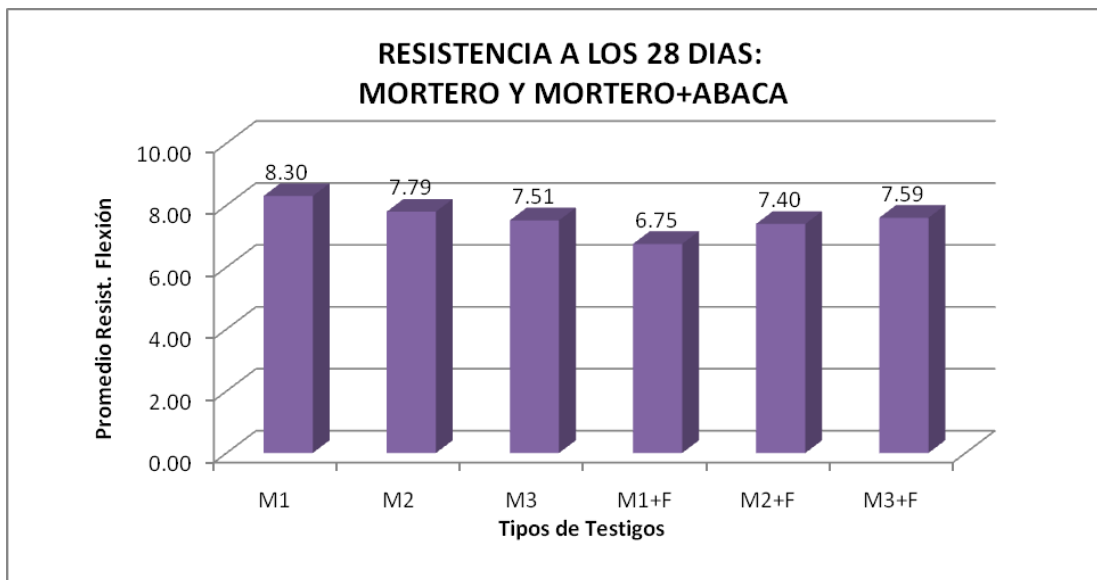
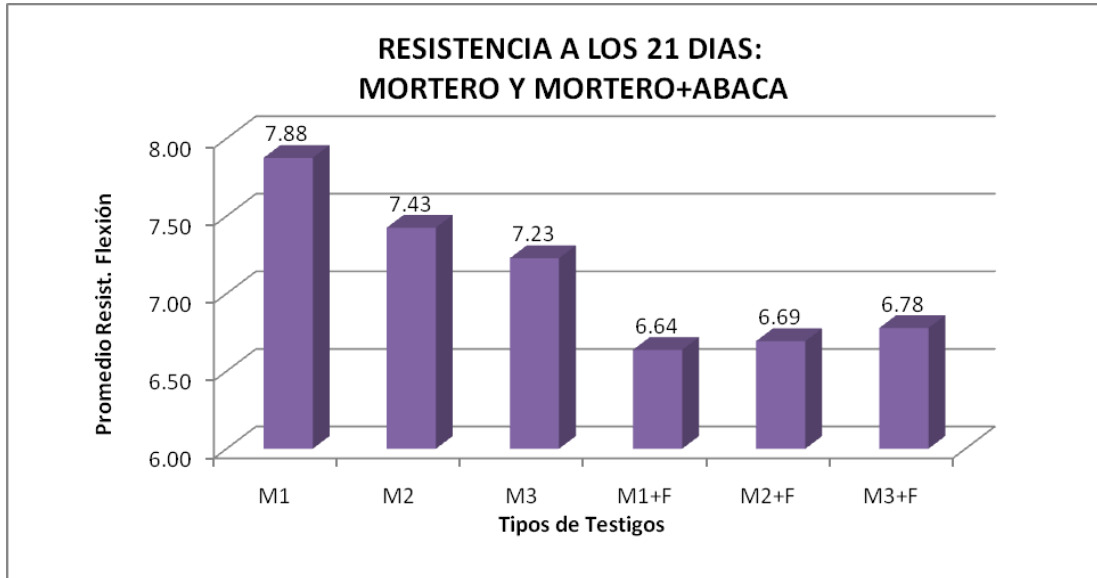
$$Z = \frac{1.5Pl}{h^3}$$

Tabla 3.4.2 - Resultado de ensayos

DIAS DE CURADO	FECHA DE ELABORACION	PROBETAS	FUERZA KN	RESIST. FLEXIÓN (MPa)	PROMEDIO
21	4-02/M1	3M	2.80	7.88	
21	4-02/M2		2.64	7.43	
21	4-02/M3		2.57	7.23	7.51
21	4-02/M+F1	3M+F	2.36	6.64	
21	4-02/M+F2		2.38	6.69	
21	4-02/M+F3		2.41	6.78	6.70
28	5-02/M1	3M	2.95	8.30	
28	5-02/M2		2.77	7.79	
28	5-02/M3		2.67	7.51	7.87
28	5-02/M+F1	3M+F	2.40	6.75	
28	5-02/M+F2		2.63	7.40	
28	5-02/M+F3		2.70	7.59	7.25



- Cuadro Comparativo de las resistencias de las probetas 21 y 28 días -





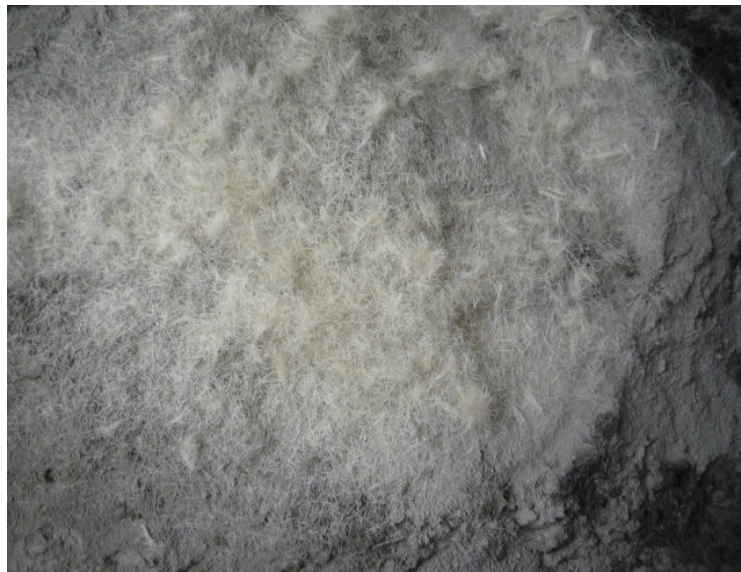
Capítulo IV



CONSTRUCCIÓN DE PAREDES DE PRUEBA.

4.1. Dosificación de las fibras en el mortero.

Para la elaboración de las paredes de concreto se utilizó una cajoneta de madera, puesto que la mezcla se la realizó a mano, ya que no se utilizó concretera, debido que este proceso de enlucido requiere de mayor tiempo y podría ocurrir el riesgo de secarse, además no se desperdicia agregados en el momento de transportar los materiales de la parihuela a la concretera, lo que se realizó fue ir mezclando los materiales y esparciendo la fibra uniformemente.





- 4. Elaboración de la mezcla para el mortero -

Para las fibras vegetales de abacá, se utilizó la siguiente dosificación:

$$\frac{8gr}{1800gr} = \frac{x}{50000gr}; \text{ donde } X= 222.22gr \text{ fibras/saco}$$

De esta forma pudimos cuantificar correctamente la mezcla.

4.2. Procedimiento por hiladas.

Se procedió a ir desmembrando las fibras a mano con el fin de tener una mezcla más uniforme sobre la arena y el cemento previamente esparcida y pesado, una vez disgregado todo el material en forma uniforme, lo mezclamos con una pala hasta que la fibra este de manera homogénea con los demás agregados, luego colocamos el agua a experiencia del albañil hasta obtener un mortero trabajable sin excesos de agua.

Se fueron armando en el sitio las bases de madera para el apoyo de las paredes con la ayuda de un carpintero experimentado, sobre las tablas se colocó una pequeña franja de mortero que sirvió como soporte para el levantamiento de las



paredes, cuyas dimensiones son de 1,20m de largo y 1,20m de alto, comenzamos a unir los bloques entre un rango de 1cm y 1,2cm de espesor aproximadamente, conforme se iban pegando se procedía a retirar cualquier exceso de mortero existente tomando en cuenta que los bloques estén debidamente alineados haciendo uso del nivel, dándole un buen acabado a las juntas que a su vez ayuda a la impermeabilización de las paredes.

Transcurridas 24 horas de su elaboración se humedecieron las paredes para luego ser champeado utilizando un bailejo y dejándolo secar por 24 horas mas, luego se enlucieron las paredes a nivel de la maestra chequeadas con la ayuda de la plomada y finalmente dándole el acabado con una regleta metálica y sacando filos.

4.3. Cuidado de las paredes.

Las paredes fueron construidas en un lugar aislado para su protección, ya que estas son móviles y por ende cualquier tropiezo podrían hacer caer las mismas, para su mayor seguridad se colocaron bandas de seguridad para que nadie tenga acceso a ellas a excepción del encargado de darle el curado por mojado ya que esto es muy importante para su hidratación evitando así que el mortero pierda agua, para lograr así una buena resistencia y contrarrestar posibles fisuras. Sin embargo por esos inconvenientes que tiene la vida, en un día laboral por una maniobra brusca realizada con una cargadora 5 paredes colapsaron, retrasando así la fecha de ensayos de las mismas.

Por esta razón las paredes realizadas nuevamente, se hicieron colocándoles puntales para evitar cualquier colapso posterior.



- 5. Curado de las paredes -

4.4. Traslado de las paredes.

Comenzamos a trasladar las paredes con ayuda del personal contratado utilizando bandas que servían de amarres manteniéndolas inmóviles, rodándolas sobre tubos metálicos, desplazándolas hasta el tecele que consta con una capacidad de 3 toneladas, donde fueron izadas y deslizadas para someterlas a los ensayos una vez cumplidos los 28 días requeridos.





- 6. Traslado de las paredes -

4.5. Programación de ensayos.

Para realizar este trabajo se construyeron 12 paredes que van a ser ensayadas de la siguiente manera 6 a pruebas de corte y las 6 restantes a compresión diagonal.

Los ensayos se realizarán a los 28 días, 6 y 12 meses. De la siguiente manera:

Tiempo de ensayo	CORTE (C1)	COMPRESION(C2)
28 días	1PM + 1PMF	1PM + 1PMF
6 meses	1PM + 1PMF	1PM + 1PMF
12 meses	1PM + 1PMF	1PM + 1PMF

1 PM= 1 pared enlucida con mortero

1 PMF= 1 pared enlucida con mortero + fibra de abacá



Al principio se ensayaron las 2 paredes por corte siendo esto una pared de mortero y una pared de mortero más fibra. Después de obtener los resultados de ambas paredes se procedió a ensayar las otras 2 paredes por compresión diagonal. A medida que se iban rompiendo estas paredes se tomaban los datos de carga cada 100PSI con la ayuda de un gato hidráulico y no se midió deformación. Para ambas pruebas se respetaron los 28 días requeridos para poder ser ensayadas.

4.6. Nomenclatura de las paredes.

Al igual que las probetas utilizaremos una nomenclatura que nos permita llevar una secuencia ordenada del trabajo a realizar.

De esta forma las reconoceremos con las siguientes simbologías:

1PM-C1: Pared enlucida con mortero – (corte).

1PMF-C1: Pared enlucida con mortero + fibra – (corte).

1PM-C2: Pared enlucida con mortero – (compresión).

1PMF-C2: Pared enlucida con mortero + fibra – (compresión).

Cronograma de Elaboración y Rotura de Paredes					
Pared (No/Tipo)	Fecha de Armado	Fecha de Champeado	Fecha de Enlucido	Fecha de Rotura	Tipo de Prueba
PAREDES CON BLOQUES DE CEMENTO					
1PM-C1	04-Feb	-	-	10-Abril	Corte
1 PMF-C1	04-Feb	05-Mar	08-Mar	10-Abril	Corte
1 PM-C2	08-Mar	-	-	10-Abril	Compresión
1PMF-C2	08-Mar	09-Mar	10-Mar	10-Abril	Compresión
1PM-C1	08-Mar	05-Mar	08 Mar	08-Sept	Corte
1PM-C2	08-Mar	-	-	08-Sept	Compresión
1PM-C1	08-Mar	-	-	08-Mar-11	Corte
1PM-C2	03-May	04-May	05-May	05-May-11	Compresión
1PMF-C1	03-May	-	-	05-Sept	Corte
1PMF-C2	03-May	-	-	05-Sept	Compresión
1PMF-C1	03-May	-	-	05-May-11	Corte
1PMF-C2	03-May	-	-	05-May-11	Compresión

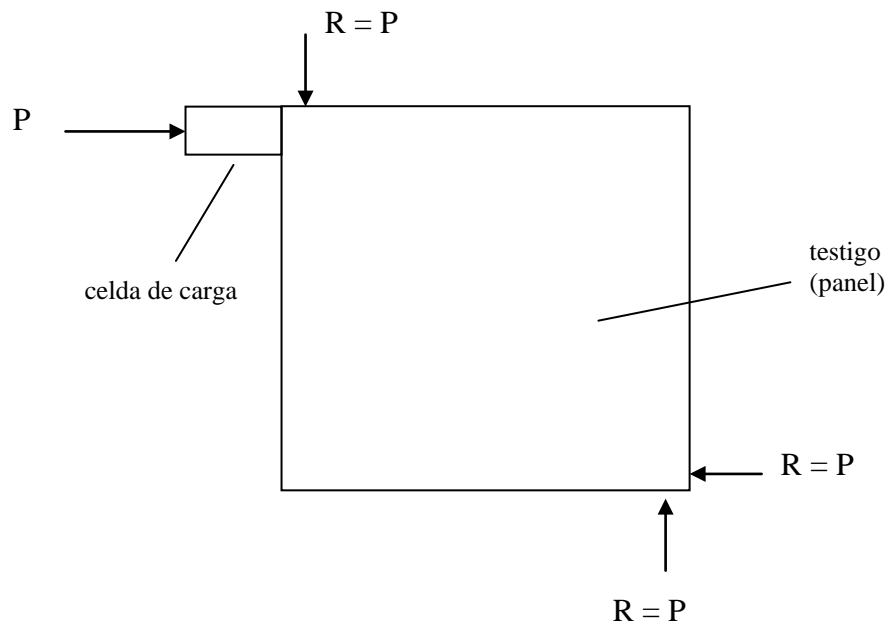


Capítulo V

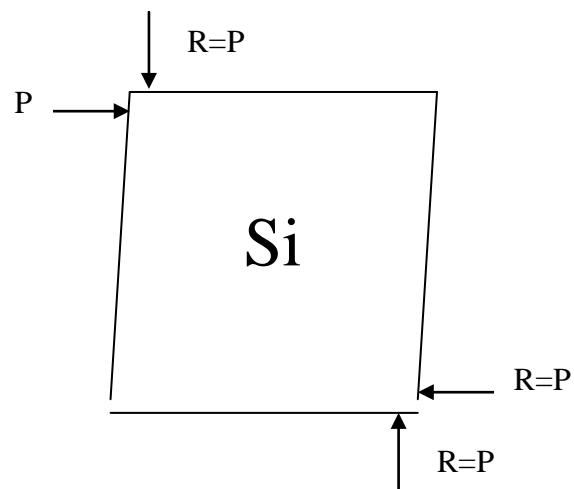
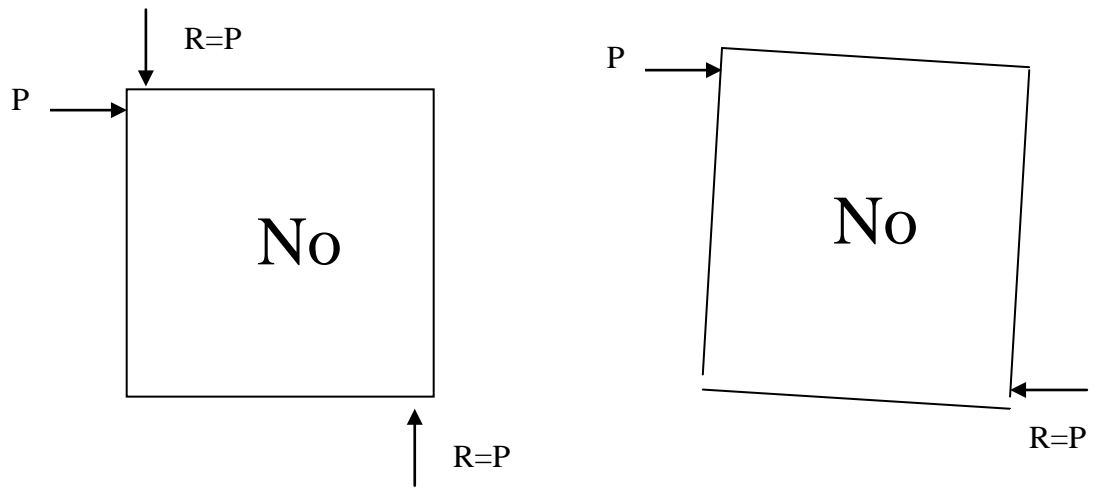
PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA.

5.1. Pruebas de resistencia al corte.

El esquema de instalación se muestra en el gráfico siguiente.



Para la prueba de corte, se coloca la pared de forma recta y se colocan apoyos en la parte inferior, ya que este elemento tiende a desplazarse y girar en la esquina diagonal opuesta, debemos asegurarla con topes o elementos rígidos apoyados sobre placas, esto se colocan entre la mampostería y el pórtico. Una vez asegurada se coloca el gato hidráulico en una de sus caras. Luego se va aplicando cargas constantes de 100 PSI y se toman los datos hasta que el elemento falle.



5.1.1. Equipo utilizados.



- 7. Gato hidráulico cap. 15 ton. -

5.1.2. Montaje y ejecución.

Para el montaje de esta prueba la pared se coloca dentro del pórtico, en forma rectangular apoyada sobre el suelo, el gato va en la parte superior lateral de la cara izquierda, se colocan apoyos en la parte inferior derecha de la pared para de esta manera evitar posibles desplazamientos por causa de la fuerza aplicada. A continuación se puede ver dicha explicación.



- 8. Montaje completo -

Resumen de fuerzas.

Debido a que los valores tomados en el gato se encuentran en PSI, los convertimos a Kg-f, aplicando la calibración del gato hidráulico para la equivalencia a KN y después a Kg-f.

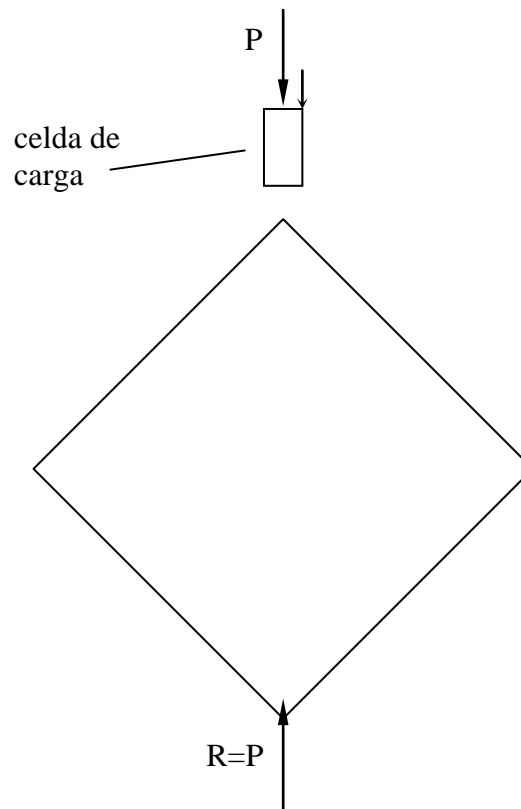


Corte:

TESTIGO	CARGA (Kgf)
1PM - C1	7461.77
1PMF - C1	7033.64

5.2. Pruebas de resistencia a la compresión.

El esquema teórico de esta prueba se muestra en el siguiente gráfico:





El esquema del esfuerzo de compresión consiste en ir abatiendo las paredes hasta obtener una forma romboidal, para luego ir las montando en unas bases rectangulares una en el extremo superior y la otra en el extremo inferior, en donde van a ser aplicadas la carga de manera axial en la parte superior de la pared ejercida por el gato, provocando de esta manera una reacción de igual magnitud opuesta en el extremo inferior hasta que el elemento falle.

5.2.1. Montaje.

Para poder realizar este ensayo, tuvimos que colocar las paredes dentro del pórtico situado en el interior del laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (CEINVES).

Con la asistencia de un teclé y el personal de apoyo logramos elevar las paredes y llevarlas hasta el interior del laboratorio para ir colocándolas en las bases que nos ayudaron a mantener las paredes estables.

El gato es empotrado al pórtico de reacción de donde irá aplicando las cargas en forma perpendicular hacia abajo desde el extremo superior; para este ensayo fue necesario aflojar los pernos de la viga superior del pórtico para poder colocar la pared forma de rombo, finalmente se colocaron alambres para asegurar el elemento al pórtico.



- 9. Pórtico de reacción -



- 10. Apoyo inferior y superior -

5.2.3. Ejecución.

Realizado el montaje respectivo, se comenzó a ejercer la carga con el gato de manera manual en intervalos de 100PSI. Este proceso se repite hasta obtener la carga máxima que provoca la falla de las paredes cuyos resultados fueron siendo ingresados en un computador

Resumen de fuerzas.

Los resultados de carga que da el gato hidráulico son en PSI y con la tabla 1 (ver anexo c) fueron convertidos a KN.

Compresión:

TESTIGO	CARGA (Kgf)
1PM - C2	7749.20
1PMF - C2	7319.06

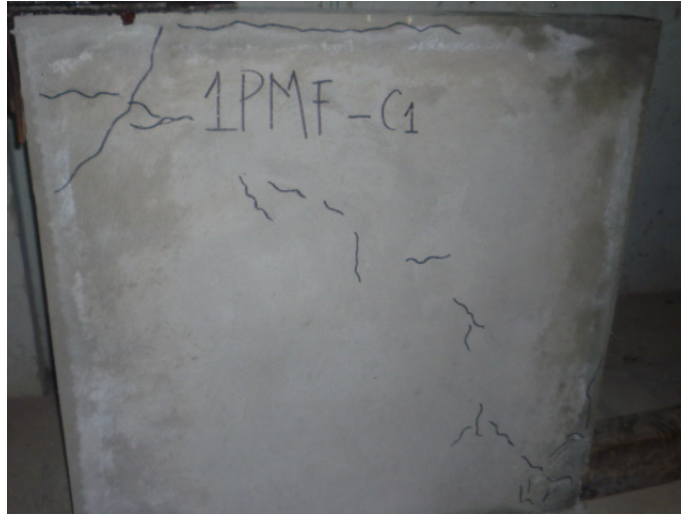
5.3. Fallas a Cortante



- 11. Parte superior izquierda -



- 12. Parte inferior derecha-



- 13. Fallas en pared sin fibra -

5.4. Fallas a Compresión.

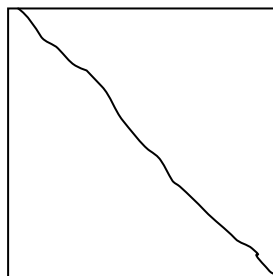


- 14. Pared sin fibra-

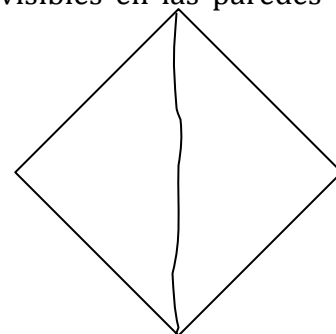


-15. Pared con fibra-

Como bien se puede observar, las fallas que presentaron todas las paredes no son del tipo de falla que se espera cuando se ensayan paredes a corte y compresión, sin embargo las fallas están muy visibles en las paredes que no tienen fibra.



Falla típica por cortante



Falla típica por compresión



Conclusiones



CONCLUSIONES:

Como el presente trabajo de grado tiene la finalidad de conocer la durabilidad del mortero con fibra vegetal, es un trabajo que requiere tiempo, es decir esta monografía está en función del tiempo. Por lo que las conclusiones que se presentarán a continuación son en función de los datos obtenidos en el transcurso de duración de esta monografía:

- La fibra vegetal de abacá fue curada con un ácido orgánico, presente en el vinagre, las paredes construidas con fibras fueron sometidas a este proceso de curación, para conocer resultados posteriores.
- Las probetas de mortero ensayadas a flexión a los 21 y 28 días, dieron como resultado que las probetas de mortero hidráulico si hablamos de un 100% en resistencia a los 21 días, estas alcanzaron este resultado y las probetas con fibra dieron un resultado de un 86% en cuanto a resistencia. (Un 86% de la resistencia más alta adquirida por las probetas ensayadas a esta fecha), por lo consiguiente las probetas ensayadas a los 28 días: las de mortero hidráulico alcanzaron el 100%, mientras que las de fibra alcanzaron el 93% de esa resistencia; como se puede notar con estos datos es que a los 28 días la diferencia de resistencia entre los dos tipos de mortero va reduciéndose, lo que implica que llegará un momento en que las resistencias serán las mismas; pero aquí se dio el resultado esperado, las probetas con presencia de la fibra vegetal no se separaron en dos mitades como si lo



hicieron las de mortero hidráulico, lo que implica que la fibra si está cumpliendo con su propósito evitar la prolongación de las fisuras y evitar desmoronamientos.

- La construcción de las paredes se hicieron con la dosificación correcta de fibra, el curado respectivo para evitar así la pérdida de humedad y evitar fisuras propias del endurecimiento del mortero.
- Las paredes se ensayaron tanto por corte como por compresión diagonal, aplicando la presión por un gato hidráulico de 15 Ton. Los ensayos se hicieron bajo la norma y tomando las debidas precauciones.
- Los resultados obtenidos en las paredes por corte tanto de mortero como de mortero más fibra fueron los que se detallaron en el capítulo V, las de mortero resistieron hasta cargas de 7460Kg-f mientras que las de mortero más fibra soportaron cargas de 7034Kg-f, lo que da como resultado es que las cargas que soportan las paredes son bastantes parecidas pero el aporte extra de las de fibra son las que se pudieron ver en las figuras anteriormente mostradas, no hubo desmoronamiento de los bloques o del mortero.
- Los resultados por compresión diagonal fueron muy parecidos a los resultados obtenidos en los de corte. Las de mortero soportaron cargas de 7747Kg-f, mientras que las de mortero más fibra fue de 7320 Kg-f.
- Más allá de la resistencia que las fibras puedan aportar, lo bueno de aplicarlas en la mezcla para enlucido de paredes es que estas adquieren cierta tenacidad, lo que favorece a que sigan en pie a pesar de haber fallado y no desmoronarse encima de alguna persona como podría pasar en caso de



haber algún sismo. Es decir que la fibra cumple con el objetivo esperado el cual es que las fisuras no se propaguen por ende no colapsen de forma brusca.

- La presencia de la fibra vegetal en las paredes era muy notoria por lo que en el tiempo estudiado la fibra no había desaparecido, se espera que esta fibra esté presente por tiempo indefinido.
- También es importante mencionar que la fibra vegetal de abacá es originaria de las Filipinas, pero se cultivan en el Ecuador, siendo este es el segundo país con mayor producción y exportación de fibra de abacá, por lo que conseguir la fibra en el país no es complicado.
- El precio unitario de una pared enlucida con mortero hidráulico en las dimensiones hechas en este trabajo de grado es de \$35 (treinta y cinco dólares), la misma pared con la fibra vegetal incorporada es de \$36 (treinta y seis dólares) es decir que: la diferencia de precio entre ellas es relativamente nada, y el resultado de las paredes con abacá es beneficioso para toda la comunidad, ya que en circunstancias determinadas como sismos, las paredes con esta fibra vegetal no se desmoronan y permanece toda como un elemento, a pesar que ya haya fallado.
- Este trabajo tendrá continuidad ya existen personas interesadas en continuar con el tema de investigación, lo que se propone para ellos es ensayar las paredes ya construidas y al mismo tiempo realizar nuevos muestreos con la fibra vegetal comparar el resultado del proceso de curado



para obtener durabilidad. Y también se hará la prueba en paredes con otros tipos de bloques.

Anexos



ANEXOS

ANEXO A

Designación ASTM C-348-97

Método del Ensayo universal para Esfuerzo a Flexión de Morteros de Cemento-Hidráulico

Alcance

Este método de ensayo cubre la determinación del esfuerzo a flexión de morteros de cemento-hidráulico. Los valores declarados en unidades SI son contemplados en la norma.

Valores en unidades SI se obtendrán por mediciones en unidades del sistema internacional o por conversión apropiada, usando las reglas de conversión y redondeo dados por la norma IEEE/ ASTM SI 10, de medidas hechas en otras unidades

Esta norma no pretende cubrir todas de las preocupaciones concernientes a la seguridad, ni cualquier otra, asociada con su uso. Es de responsabilidad del usuario de esta norma establecer la seguridad apropiada.

Resumen del Método de ensayo

El mortero de la prueba usado consta de una parte de cemento y 2,75 partes de arena por unidad de masa. El volumen del agua para cementos Portland son mezclados con los radios agua-cemento especificados. Los prismas de la prueba, de 40 por 40 por 160-mm son moldeados por [tamping] en dos capas. Se curan un día en los moldes y desmoldados al día siguiente para su curado.

Importancia y Uso

Este método de ensayo proporciona un medio para determinar la fuerza de flexión de morteros del cemento-hidráulico. Las porciones de los testigos del mortero probados a flexión por este método son usados para la determinación de fuerza de compresión de acuerdo con Método de ensayo C 349.

Aparato

Pesos, Aparatos de pesado y Graduaciones de vidrio, conformarán las secciones del Aparato según el Método de ensayo C 109/ C 109M.

Mezclador, recipiente y paleta, un mezclador mecánico eléctricamente manejado del tipo con paleta y recipiente de mezclado, como esta especificado en la Sección del Aparato del Ensayo C 305.



Moldes de los especímenes—Los moldes de los testigos serán de 40 por 40 por 160-mm estarán diseñados de tres en tres en un mismo molde y se diseñarán de tal manera que se amoldarán con sus ejes longitudinales en una posición horizontal. Se harán los moldes de un metal duro, que no sea atacado por el mortero de cemento, y con una dureza Rockwell de no menos de HRB 55. Las partes de los moldes serán marcadas por juegos y, cuando sean ensambladas, estará firmemente ajustadas y seguramente sostenidas juntas. Los lados de los moldes estarán lo suficientemente rígidos para prevenir derrames o alabeos. Las caras del interior de los moldes deberán ser superficies completamente planas con una variación permisible, en cualquier línea de superficie de 50 mm, de 0,03 mm para moldes nuevos y 0,05 mm para moldes usados. La distancia entre lados opuestos será $40 \pm 0,13$ mm para moldes nuevos y $40 \pm 0,3$ mm para moldes usados. La altura de los moldes será 40 mm con variaciones permisibles de +0,25 y - 0,15 mm para moldes nuevos, y +0,25 y - 0,40 mm para moldes usados. La longitud interior de los moldes estará entre $160 \pm 2,5$ mm. El ángulo entre caras interiores adyacentes y los planos superiores e inferiores del molde estarán entre $90 \pm 0,5$, medidos a puntos un poco alejado de las intersecciones de las caras. La placa de la base será de aproximadamente 10 mm de espesor con una superficie plana de 200 por 180 mm con una variación permisible en cualquier línea de superficie de 50-mm de 0,03 mm.

La espátula se hará de un material no-absorbente, no-abrasivo, tal como un compuesto de caucho con una dureza de 80 ± 10 o hecha de madera de roble dando la propiedad no-absorbente mediante la inmersión durante 15 min. en parafina a aproximadamente 200°C (392°F). La cara de la espátula será de 22 por 85 mm.

La espátula se diseñará siguiendo la guía de la espátula indicada en la figura inferior, y se hará de metal con una dureza Rockwell de no menos que HRB 55 que no sea atacada por el mortero de cemento.

Se usará el método del punto central de carga en la realización de las pruebas de flexión de los testigos. El aparato usado se diseñará de tal manera que las fuerzas aplicadas al espécimen serán solo verticales y aplicadas sin excentricidad. Un aparato que logra este propósito, y que es usado en pruebas de compresión es mostrado en la parte inferior. El aparato para realizar pruebas de flexión en testigos de mortero se diseñará tratando de incorporar los principios siguientes:

La distancia entre apoyos y puntos de aplicación de la carga quedarán constante.

La carga normal se aplicará a la superficie cargada del espécimen de tal manera que evite toda la excentricidad de carga.

La dirección de las reacciones debe ser paralela a la dirección de la carga aplicada durante la prueba.



La carga debe ser aplicada a una frecuencia uniforme para evitar una ruptura repentina.

La máquina para realizar pruebas de compresión usada como el aparato para realizar pruebas de flexión, del tipo hidráulico conforme a los requisitos mostrados en Método de Pruebas ASTM C 109/ C 109M.

Materiales

Arena normal graduada:

La arena usada para realizar los testigos de prueba será arena silicia natural, conforme con la especificación ASTM C 778.

Número de especímenes

Tres o mas testigos podrán ser elaborados para cada periodo de prueba.

Procedimiento

El proporcionamiento, consistencia, y mezcla del mortero normal estará de acuerdo con la Sección del Procedimiento de Método de la **Prueba ASTM C-109**.

Se determinará la fluidez de acuerdo con Método de la **Prueba ASTM C-109**.

Inmediatamente luego de la realización de la prueba de fluidez, retornar el mortero de la mesa flujo al recipiente de mezclado. Rápidamente comenzar a introducir la espátula abajo del lote del mortero y remover cualquier residuo que estuviera en los lados del recipiente de mezclado y entonces mezclar nuevamente el lote entero 15 s a velocidad media.

Cuando una parada doble se hace inmediatamente para especímenes adicionales, la prueba de fluidez se omite y el mortero se puede quedar en el recipiente de mezcla por 90 s sin cubrir.

Empezar a moldear los testigos dentro de un lapso total de tiempo de no más de 2 min. y 30 s después de la realización del mezcla de la parada del mortero.

Uniformemente distribuir una capa de mortero aproximadamente de 20 mm de espesor en cada uno de los tres moldes con la espátula. Entonces se compacta la mezcla de mortero en cada molde con doce golpes de la espátula, aplicado en tres rondas de cuatro golpes cada una, se debe completar los doce golpes en aproximadamente 15 sg. Para cada golpe sostener la espátula en posición horizontal 25mm sobre el nivel del mortero y entonces empujar directamente con fuerza suficiente para sacar fuera una cantidad pequeña de mortero bajo la superficie de la espátula. Llenar los moldes con mortero distribuyendo uniformemente y compactar en la misma manera como la capa del fondo. Entonces quite el exceso de mortero sobre los moldes a lo largo de toda la longitud de ellos, luego de esto dejar reposar los testigos para su posterior desmoldamiento.



Almacenar los especímenes de la prueba de acuerdo con Método de la Prueba C 109/ C 109M.

Determinación del esfuerzo a flexión:

Probar los especímenes inmediatamente después de ser retirados del gabinete húmedo en el caso de especímenes de 24-h .

Almacenar en agua en el caso de todo otros especímenes. Todos los especímenes de prueba designados para determinado tiempo de curado se romperá dentro de la tolerancia permisible denotada abajo:

Edad de la prueba	Tolerancia permisible, h
24 h	+ - 1/ 2
3 días	+ - 1
7 días	+ - 3
28 días	+ - 12

Limpiar cada testigo a una condición de superficialmente seco, y quitar cualquier grano de arena sueltos o incrustaciones en las caras que estarán en contacto con las superficies de la presión de los puntos de apoyo y aplicación de la carga. Chequee estas caras, si hay una curvatura apreciable, se deben allanar las superficies o desechar el espécimen.

Centrar el pedestal en la placa de la base de la máquina directamente abajo del centro de la cabeza esférica superior y poner la placa de presión. Ate el aparato del centro-carga a la cabeza esférica. Vuelva el espécimen en su lado con respecto a su posición como en el molde y posicionarlo en los apoyos del aparato de ensayos. La línea del centro longitudinal del espécimen estará directamente sobre el punto medio de ambos apoyos. Ajuste el aparato de carga de manera que su borde de la presión este precisamente a ángulos rectos de la longitud del prisma y paralelos a su cara superior. Tenga cuidado en asegurarse de que el contacto entre el espécimen y el borde de carga sea continuo cuando la carga sea aplica. Aplique la carga a razón de 2640+-110 N (600+ _25 lbf / min.) que deberá ser indicada dentro de una exactitud de +- 1% en un dial graduó con incrementos de no más de 44 N (10 lbf). Estimar el máximo de carga total cerca de 22 N (5 lbf).

Cálculo

Registrar el máximo de carga total indicada por la máquina de ensayos y calcular el esfuerzo de flexión (por el tamaño del particular de espécimen y condiciones de prueba descritas aquí) en MPa como sigue:

$$S= 0,0028 P$$

Donde:

S= esfuerzo a flexión, MPa, y

P= carga total máximo, N



Especímenes Defectuosos y Retests

especímenes de prueba que son obviamente defectuosos o que por el resultado de sus esfuerzos difieren por más de 10% del valor del promedio de todos los especímenes de la prueba hechos de la misma muestra y probados en un mismo período no se considerará para determinar el esfuerzo a flexión. Si después de desechar especímenes o valores de esfuerzos, si quedaran menos de dos valores para determinar el esfuerzo a flexión en cualquier período dado se hará un retest.

Precisión

Las declaraciones de la precisión siguientes son aplicables cuando un resultado de la prueba es el promedio del esfuerzo a flexión de por lo menos tres testigos moldeados de una sola parada de mortero y ensayados al mismo tiempo de curado. Esto es aplicable a morteros realizados con cemento tipo, I, IA, IS, III probados a 3, 7, o 28 días.

Precisión de varios laboratorios_El coeficiente de variación se ha encontrado estar alrededor de 8,4%. Por consiguiente, los resultados de una sola parada ensayados por dos laboratorios diferentes no debe diferir por más de 23,8% de su promedio.

Precisión de un solo Laboratorio_El coeficiente de variación de un solo laboratorio se encuentra por 5,1%. Por consiguiente, los resultados de dos paradas de mortero hechas con los mismos materiales o en el mismo día o dentro de la misma semana no deben diferir el uno del otro por más de 14,4% de su promedio.



ANEXO B

Designación ASTM - C 1314 - 01

Prueba estándar para la determinación del esfuerzo a la compresión de prismas de mampostería

Alcance

Esta prueba cubre procedimientos de construcción y ensayos de prismas de mampostería y procedimientos para determinar el esfuerzo de compresión, y determinar relaciones con el esfuerzo de compresión específico. En vista de que este test se usa con propósitos de investigación la construcción y procedimientos de la prueba dentro de los límites sirve como una pauta y proporciona parámetros de control.

construcción de prismas de Albañilería

Estructurar un juego de prismas por cada combinación de materiales y cada edad de la prueba a la que la fuerza de compresión será aplicada, los bloques utilizados en la elaboración de los prismas de mampostería deberán ser representativos de los que se van a usar en edificaciones.

Construya los prismas en una base nivelada. Construya los prismas en un sitio donde quedarán sin ser movidos hasta que sean transportados para su ensayo.

Estructurar los prismas como se muestra en la figura.

Se debe orientar las unidades en el prisma como en la construcción correspondiente. Al tiempo de la elaboración del prisma, las superficies de las unidades deben estar libres de humedad.

La longitud de los prismas de mampostería puede ser reducida a una unidad individual por medio de un corte de las unidades antes de la elaboración del prisma de mampostería. La longitud mínima de prismas será 4 in. o 100 mm.

Se deben elaborar los prismas de mampostería con camas de mortero llenas. Este prisma de mampostería se debe elaborar con un mortero similar al utilizado en construcciones. Usualmente el espesor de la junta del mortero y el método de posicionamiento y alineación de las unidades, deben ser el mismo utilizado en construcciones. Del mismo modo se deben eliminar los excesos en las juntas de mortero así como las de los costados de los prismas puesto que podrían influir en los resultados.

Se deben elaborar los prismas con un mínimo de dos unidades de alto y una relación altura-espesor, h_p / t_p , entre 1,3 y 5.0. Donde h_p representa la altura del prisma y t_p la dimensión lateral del mismo

Inmediatamente luego de la construcción de los prismas de mampostería, cerrar la bolsa para mantener la humedad constante alrededor del prisma.



Prismas llenos de mortero.

Donde la construcción correspondiente a ser llenos de mortero, la lechada de los prismas debe ser realizada no antes de 24 horas ni más de 48 horas precedidas a la elaboración de los prismas de mampostería. Se debe utilizar una lechada representativa de la lechada usada en las construcciones correspondientes. Antes de poner la lechada, se quitará las gotas del mortero de la lechada de espaciamiento. Grouted prismas no contendrán refuerzo.

Transporte de los Prismas mampostería

Antes de transportar los prismas de mampostería, se debe atar cada prisma para prevenir daños durante la manipulación y transporte. Se deben asegurar los prismas de mampostería para prevenir efectos desagradables, daños, o ladeados de la cima durante su transporte.

Curado

Después de las 48 horas iniciales de curado, se debe mantener los prismas de mampostería en una área con una temperatura de 75 +/- 15oF (24 +/- 8oC).

Los prismas de mampostería se deberán probar a una edad de 28 días o a diferentes edades designadas con anticipación a la prueba y se deberá ensayar un juego de prismas de mampostería para cada edad. La edad de los prismas será considerada desde su elaboración en los prismas de mampostería vacíos, y desde el día de la inclusión de la lechada para las unidades de mampostería rellenas de mortero.

Preparación para el Ensayo

Medición de los prismas de mampostería_ Como se muestra en la fig., se mide la longitud, altura y ancho a los bordes de la cima y caras del fondo de los prismas con una exactitud de 0,05 in. o 1.3 mm. Para determinar la longitud y ancho se deberán tomara 4 lecturas de cada dimensión y promediar las cuatro medidas tomadas, el valor a obtener será el considerado para los cálculos a realizar.

Procedimiento de Ensayo

Aparato de Ensayo_ La máquina de ensayos tendrá una exactitud de más o menos 1,0% encima del rango de carga. El plato superior deberá estar sobre un asiento esférico de metal firmemente ligado al centro de la cabeza superior de la máquina. El centro de la esfera quedará al centro de la superficie sostenida en su asiento esférico pero será libre moverse en cualquier dirección, y su perímetro tendrá por lo menos 1/ 4 in. 6.3 mm para poder acomodar los especímenes cuyas superficies no estén en paralelo.

Para instalar el prisma de mampostería en la maquina de prueba hay que limpiar las caras de los platos de presión, y el espécimen de prueba. Luego se debe posicionar el espécimen de la prueba en el plato de presión inferior. Alinear ambos ejes centroidales del espécimen con el eje central de la máquina de compresión. Como el plato superior es regulable se debe acomodar el plato



superior para que asiente gentilmente sobre la parte superior del prisma de mampostería hasta lograr un asiento uniforme de este plato sobre el espécimen.

La aplicación de la carga al prisma debe ser estimada como la mitad de la carga total esperada a una velocidad conveniente. Aplique la carga restante a una frecuencia uniforme en no menos que 1min ni más de 2 min.

Describe el tipo de falla como tanto como sea posible, ilustrarla, o ambas, determinar los modelos de falla y realizar un boceto u obtener fotografía. Notar el tipo de falla ocurrida en los lados y parte inferior de los prismas de mampostería antes de obtener la falla e identificarlos según la tabla ilustrada en la parte inferior.

Calculo de resultados de las pruebas como sigue:

Tomar el área de la sección neta de los prismas de mampostería sin relleno así como el área neta de las unidades de mampostería (bloques).

Calcular cada fuerza del prisma de mampostería dividiendo la fuerza máxima de compresión de cada prisma para el área neta de la sección de ese prisma, y expresar el resultado lo mas cercano a 10 psi, 69 kPa.

Se deben calcular por separados los dos juegos de prismas de mampostería, los que no están rellenos y los que si tienen relleno.

Fuerza de compresión de Mampostería:

Se debe calcular el radio h_p / t_p proporcionado por cada prisma usando la altura y por lo menos una dimensión lateral de ese prisma. Luego determine el factor de corrección de La tabla 1. Si el radio proporcionado por los prismas se encuentran entre los valores de la tabla 1, determinar el factor de la corrección correspondiente por interpolación lineal entre los valores dados.

Multiplicar la fuerza obtenida en el ensayo del prisma de mampostería por el factor de corrección del prisma respectivo.

Calcular la fuerza de compresión del prisma de mampostería, [fmt] para cada grupo de prismas de mampostería y promediar los valores obtenidos.



ANEXO C

Designación ASTM C 72 - 98

Método de la Prueba standard para Test de conducción de esfuerzos para paneles utilizados en la construcción de edificios

Carga terrible __ Evaluación de Materiales del forro exterior en un Marco de Madera Normal

Alcance_ Este método de la prueba mide la resistencia de tableros, teniendo un marco de madera normal, con materiales tales como tabla estructural aislante, contrachapado, yeso, tableros, etc, a una carga terrible tal como se impondría por vientos sobre una pared orientada a 90 del tablero. Se piensa proporcionar un procedimiento fiable, uniforme para determinar la resistencia a carga terrible provista por estos materiales como normalmente son empleado en la construcción de un edificio. Desde que se emplea un marco normal, la ejecución relativa del forro exterior es el objetivo de la prueba.

Se conduce esta prueba con ideas regularizadas, procedimientos de carga, y métodos para medir deflexión, tanto como los detalles para asegurar su reproducción real en el marco. Se le adicionan las recomendaciones de los fabricantes del forro exterior para atar el forro exterior al marco, y para informar el comportamiento del espécimen encima de su rango entero de uso.

En la aplicación de los resultados, se tomara en cuenta cualquier variación en la construcción y concesión debidamente detallada o condiciones de la prueba de esos en servicio real.

Especímenes de Prueba:

Tamaño y Numero__ El espécimen de la prueba será construido como debe 2,4 por 2,4 (8 por 8 [ft]) y se construirá el marco como se muestra en Fig.6 y un mínimo de tres tableros de cada construcción se probará. Es la intención de este procedimiento y de la prueba evaluar el efecto de endurecimiento del material del forro exterior; por consiguiente, se construirá tan cercanamente como sea posible como el marco mostrado en la fig. 6. Se construirán nuevos marcos para cada test. Todos los miembros del marco deberán ser continuos. El volumen de la humedad ideal de los materiales del marco estará entre 12 y 15%, y no variará más del 3% del volumen de la humedad inicial cuando se prueba el tablero.

Aplicación del espécimen de ensayo__ El método de aplicar el forro exterior será precisamente como especificó el fabricante. Se recomendará el espacio de broches. Se manejarán broches para el forro exterior sólo fuera del montante de cada esquina como muestra la fig. 6. La importancia de la atadura de forro exterior al marco no puede ser sobreestimada. Diferencias de los bordes, producen ángulos entre el broche y el forro exterior produciendo efectos



apreciables en los resultados de prueba. A menos que por otra parte, se manejen broches perpendiculares a la superficie del forro exterior con el centro de cada broche especificando la distancia del borde del forro exterior.

Aparato__ El aparato deberá ser ensamblado como muestra la fig 7. Se medirá la carga por medio de una máquina de comprobación, o un dinamómetro atado a cables que cargan el espécimen, o en unión con una gata hidráulica usada para aplicar la carga. Las partes esenciales del aparato de comprobación, exclusivo del marco de la carga, se describe como en el siguiente párrafo:

Base y Marco de Carga__ El panel de prueba se atará a una madera o plato del acero que está atado rígidamente a la base del marco de carga en tal manera que cuando se atormenta el tablero, el forro exterior no dará en el marco de carga. Este miembro estaría de cualquier sección conveniente cruzada, pero estará por lo menos tan largo como el tablero y no más gran en anchura que el espesor del marco, 89 mm (3 1/ 2 in). Se proporcionarán medios para atar la parte inferior del tablero firmemente a este miembro. Por propósitos ilustrativos se muestran dos saetas en Higo. 7. se usan más si son requeridas.

Sostenimiento-Abajo__ Un sostenimiento-abajo se proporcionará como se muestra en la fig. 7 para superar la tendencia a levantarse un extremo del tablero cuando se aplica la carga. Se proporcionarán platos y rodillos entre el espécimen de la prueba y el sostenimiento-abajo de manera que la cima del espécimen se puede deslizar horizontalmente con respecto a la base sin interferencia innecesaria del sostenimiento-abajo. Porque la cantidad de tensión en los rodamientos del sostenimiento-abajo tienen un efecto en los resultados de la prueba.

Carga del aparato__ La carga debe ser aplicada al espécimen en un incremento de 89 por 89-mm (3.5 por 3.5-in) firmemente echa a los platos superiores del tablero. La carga será una fuerza de compresión contra el final de la madera atada al plato superior. Cuando se usa una máquina de prueba, poleas pueden ser usados; cables y poleas se usan para transmitir el movimiento vertical de la tensión de la máquina al movimiento horizontal del espécimen.

Las guías laterales se proporcionarán de manera que el espécimen deformarse en un plano. Los rodillos deben servir para reducir la fricción al mínimo. Las guías laterales se atarán firmemente al marco de la carga. Los platos para los rodillos serían de hasta 300 [mm] (12 en) en longitud.

Deformímetros__ Deformímetros, se proporcionarán para medir el desplazamiento de las partes diferentes del tablero durante prueba. Se grabarán las lecturas al menos de 0.25 mm (0.01 in). Se mostrarán las ubicaciones de los deformímetros como en la parte inferior izquierda, inferior derecha, y en las esquinas superiores como en la fig.7. El deformímetro inferior izquierdo, que se ata al montante, medirá cualquier rotación del tablero, el deformímetro inferior derecho cualquier deslizamiento del tablero, y el deformímetro superior derecho superiores el total de los otros dos más la deformación del tablero. Por consiguiente, la deflexión horizontal del tablero a



cualquier carga es la lectura el dial al derecho superior menos la suma de las lecturas del otro dos.

Procedimiento:

Aplicación de la carga__ Aplicar la carga continuamente a lo largo todo la prueba a una uniforme de movimiento del aparato cargante usado. La velocidad recomendada para la realización de la prueba deberá ser de tal manera que la carga de 3,5 kN (790 [lbf]) se completará en no menos de 2 min. . La carga de 7,0 a 10.5 kN (1570 a 2360 [lbf]) carga del total y la falla empleará la misma velocidad que la usada anteriormente. Se debe dar la velocidad utilizada en el reporte de la prueba.

Procedimiento de Carga __ Cargar los especimenes en tres fases a 3.5, 7.0, y 10.5 [kN] (790,1570, y 2360 [lbf]) a una carga uniforme.

Después de la carga de 3,5 [kN] (790 [lbf]) en el espécimen, se debe quitar toda de la carga y cualquier deflexión residual denotada el tablero. Entonces cargar el espécimen a 7,0 [kN] (1570 [lbf]) y de nuevo quitar la carga y notar cualquier cambio adicional; después de esto incrementar la carga a 10.5 kN (2360 lbf), y remover la carga de nuevo notando alguien cambio en el espécimen. Aplicar la carga continuamente por cada uno de los incrementos de carga especificados, para obtener datos de carga-desviación. Obtenga estos datos por lo menos cada 900 N (200 [lbf]) de carga. Se debe obtener las deflexiones durante el ciclo de carga y, si se desea, durante el ciclo de la descarga también.

Después de cargar el espécimen como se especificó a 3.5, 7.0, y 10.5 [kN] (790, 1570, y 2360 [lbf]) cargar de nuevo hasta la falla o hasta que la deflexión total del panel sea 100mm (4 in). Obtenga lecturas de deflexión para los mismos intervalos de carga como se usó por las otras cargas.

Cálculos e Informe:

Deformaciones__ Para cada deformímetro, u otro aparato de medición, calcular el movimiento bajo cada carga terrible como la diferencia entre las lecturas cuando se aplica la carga y las lecturas iniciales al inicio de la prueba. Calcule lecturas fijas como la diferencia entre las lecturas cuando se quita la carga y las lecturas iniciales.

Datos de Presentación__ Informar las deflexiones a 3.5, 7.0, y 10.5 [kN] (790, 1570, y 2360 [lbf]) y después de la carga a estas cantidades. Presentar las curvas Carga-deflexión obtenidas durante carga a la falla y a 3.5, 7.0, y 10.5 kN en forma de una gráfica como se indico anteriormente. Incluyendo la carga máxima y cualquier observación presentada en la conducta del panel durante prueba y falla. Exprese las deflexiones residuales como porcentajes de las deflexiones que producidas en los paneles en milímetros o pulgadas. Si el espécimen falla, describir el plano de falla visible. Describa en el informe el tipo



de forro exterior usado, el método de aplicar el forro exterior, el tipo y espacio de broches, y el método velocidad de carga empleado.

Informe

Mostrar los resultados de cada uno de las pruebas gráficamente, como en la Fig.1. Dibujar las cargas como ordenadas y las deformaciones como abscisas para cada tests. Se harán por lo menos tres especímenes por cada prueba, y se mostrarán los resultados por cada prueba en la misma gráfica. Promediar los tres valores para cada deformación y dibujar este promedio a lápiz en la gráfica. Las curvas carga-deformación serán líneas continuas. Aunque no se designa el espécimen particular por cada punto en la gráfica, registrarlos en las hojas de los datos del laboratorio. Si se obtienen las lecturas bajo grandes cargas para algunos especímenes que para otros, Dibujar todos los valores, pero dibuja las curvas sólo a los valores del promedio por lo que hay tres-valores.



Bibliografía



Bibliografía

- Monografía Villamar-Colombatti
- Monografía Velasquez
- Tesis Arboleda-Toral
- Tesis Blum-Pino
- Tesis León-Valle
- <http://masconstruccion.com/curado-hormigon.html>
- http://www.sica.gov.ec/agronegocios/consejos_consultivos/consejos/fibras/3er_congreso/textil_fibras.htm