



**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:

**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO
ESTRUCTURAL DE PAREDES DE MAMPOSTERIA CON
BLOQUES DE CONCRETO, REFORZADAS CON FIBRAS
ARTIFICIALES Y SU DURABILIDAD”**

Por:

GINA ADRIANA CEDEÑO BAIRD

Director:

ING. CARLOS CHON DIAZ

Guayaquil - Ecuador

2011

TRABAJO DE GRADO

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAREDES DE MAMPOSTERIA CON BLOQUES DE CONCRETO, REFORZADAS CON FIBRAS ARTIFICIALES Y SU DURABILIDA”

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

Por:

GINA ADRIANA CEDEÑO BAIRD

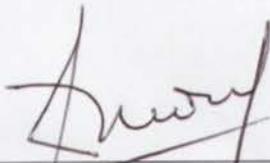
Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el
Título de:

INGENIERO CIVIL

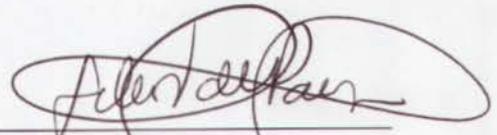
Tribunal de Sustentación:



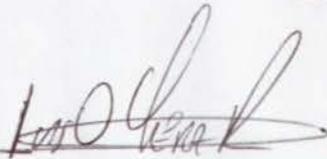
Ing. Carlos Chon Díaz
DIRECTOR



Dr. Ing. Walter Mera Ortiz
DECANO FACULTAD DE
INGENIERIA



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



Ing. Octavio Yépez
PROFESOR INVITADO

DEDICATORIA

Todo sacrificio tiene su beneficio. Así mismo, el motivo por el cual uno afronta esos peldaños en la vida, tiene su base en los deseos y aspiraciones de quienes los escalamos. Pero toda victoria es más fácil cuando existen personas que dan lo mejor de si para que triunfemos y sentirse orgullosas de nuestros logros.

Dedico todo ese esfuerzo a Dios que es mi guía permanente en todo lo que hago, a mi madre cuyo amor me ha demostrado que uno puede alcanzar todo cuando se lo propone; a mi padre cuya forma de ver la vida me ha enseñado a ser cauteloso y apreciar mi vida al máximo.

Finalmente dedico este Trabajo a aquellos profesores que supieron quitarse la estampa de maestros para convertirse en buenos amigos, a mis compañeros que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, apoyándome pese a las adversidades.

Gina Adriana Cedeño Baird

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera muy especial a mi director de monografía, Ing. Carlos Chon y al Decano de la Facultad, Ing. Walter Mera por su permanente guía y apoyo demostrado no solo a lo largo de este trabajo, sino también durante todo este arduo proceso de formación.

A todo el personal del CEINVES (Centro de Investigación Estructural) por todo el apoyo logístico, el tiempo y el esfuerzo vertidos en aras de nuestro trabajo.

Al Ing. Octavio Yépez por todas las instalaciones e implementos facilitados para la elaboración de cada una de las pruebas y ensayos realizados durante la ejecución de este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna manera directa o indirecta participaron en el desarrollo de nuestra monografía.

CONTENIDO

Introducción.....	1
-------------------	---

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES QUE COMPONEN LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA: 3

1.1. Mortero.	4
1.1.1. Características técnicas:.....	4
1.2. BLOQUES DE CEMENTO	7
1.2.1. Características	7
1.3. ELABORACIÓN DE PAREDES DE MAMPOSTERÍA.	2
1.3.1. Herramientas:	2
1.3.2. Mano de obra:	2

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA FIBRA NATURAL: 3

CAPITULO III

PRUEBAS EXPERIMENTALES DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO DE CEMENTO HIDRAULICO REFORZADO CON FIBRAS VEGETALES: 8

3.1. Nomenclaturas.....	19
3.2. Dosificación.	19
3.3. Elaboración de probetas.	1
3.4. Ensayos a flexión de las probetas.	3
3.4.1. Resultado de las pruebas de flexión de las probetas.	5
3.4.2. Calculo del esfuerzo a flexión.	6

CAPITULO IV

CONSTRUCCIÓN DE PAREDES DE PRUEBA.: 28

4.1. Dosificación de las fibras en el mortero.	29
4.2. Procedimiento por hiladas.	30
4.3. Cuidado de las paredes.	31
4.5. Programación de Ensayos.....	3

4.6. Nomenclatura de las paredes.....	3
---------------------------------------	---

CAPITULO V

<i>PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA:</i>	35
5.1. Pruebas de resistencia al corte.....	36
5.1.1. Equipo utilizados.....	38
5.1.2. Montaje y ejecución.....	38
5.2. Pruebas de resistencia a la compresión.....	40
5.2.1. Montaje.....	41
5.2.3. Ejecución.....	42
5.3. Fallas a Cortante.....	43
5.4. Fallas a Compresión.....	4

CAPITULO VI

<i>COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE MAMPOSTERIA REFORZADA CON FIBRAS NATURALES Y MAMPOSTERIA REFORZADA CON FIBRAS ARTIFICIALES:</i>	46
--	-----------

CONCLUSIONES: **52**

ANEXOS: **55**

ANEXO A.....	56
ANEXO B.....	61
ANEXO C.....	64

BIBLIOGRAFIA **68**



Universidad Católica Santiago de Guayaquil

Investigación de laboratorio para

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAREDES DE MAMPOSTERÍA CON BLOQUES DE CONCRETO, REFORZADAS CON FIBRAS ARTIFICIALES Y SU DURABILIDAD”

Por:

Gina Adriana Cedeño Baird

Director:

DR. ING. CARLOS CHON

INTRODUCCIÓN:

El siguiente tema de investigación trata sobre la *“Estudio comparativo del comportamiento estructural de paredes de mampostería con bloques de concreto, reforzadas con fibras artificiales y su durabilidad”*, describiendo brevemente los materiales que vamos a utilizar tales como: arena fina, bloques de concreto, cemento y la fibra artificial (polipropileno expandido).

Se analizarán los diferentes comportamientos estructurales de paredes de mampostería con bloques de concreto con mortero con fibras artificiales con respecto a aquellas que en tesis anteriores se han realizado con mortero con fibras naturales y conocer la durabilidad que tendrán la mezcla de concreto reforzado con la fibra artificial 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. 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 de paredes hechas con bloques de concreto reforzadas con fibras naturales y las que están reforzadas con fibras artificiales (polipropileno) se compararán entre sí para obtener resultados estadísticos en los cuales se muestren el diferente comportamiento estructural y 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 cuál será el resultado en cuanto a la afectación de la fibra artificial 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 artificial, 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 Artificial: La fibra artificial que se usará en el desarrollo de este trabajo de grado es el polipropileno expandido, el cual es un material inerte que posee ciertas características que permiten su reciclaje sin un mayor impacto ambiental

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 mortero más fibra a los 28 días es de 601.35 N/cm^2
- 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 tasa 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 construidos 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/m ²	Descripción	Utilización
 PL-1ST-6	39	19	6.5	6	2	12.5	Bloque de densidad especial alivianado	Paredes livianas en interiores, divisorias en pisos altos
 PL-9	9	9				2.5	loque de hormigón liviano	aredes livianas de 9cm. De espesor en exteriores, interiores y en pisos altos
 PL-6	5	9	.5			2.5	loque de hormigón liviano	aredes liviana de 6.5 cm de espesor en interiores, en pisos altos
 TL-6	9	9	.5	.95		5	raba de hormigón liviano	emate de paredes trabadas con bloque PL-6
 BLOQUE P.P.	5.5	5.5	.5	.88		8	loque densidad especial alivianado	aredes livianas divisorias interiores, en pisos altos, divisiones encloset y gabinetes
 PL-1ST-9	9	9		.2		2.5	loque de densidad especial alivianado	aredes livianas en interiores y en pisos altos
 PL-14	9	9	4	.2		2.5	loque de hormigón liviano	aredes livianas de 14 cm de espesor, alta resistencia para interiores, exteriores y en pisos altos



Capítulo II



DESCRIPCIÓN DE LA FIBRA ARTIFICIAL

EL POLIPROPILENO

Propiedades y Aplicaciones

El polipropileno o PP es un plástico de desarrollo relativamente reciente que ha logrado superar las deficiencias que presentaba este material en sus inicios, como eran su sensibilidad a la acción de la luz y al frío. Ello es posible mediante la adición de estabilizantes y la inclusión de cargas reforzantes como el amianto, el talco o las fibras de vidrio.

Se obtiene a partir del propileno extraído del gas del petróleo. Es un material termoplástico incoloro y muy ligero. Además, es un material duro, y está dotado de una buena resistencia al choque y a la tracción, tiene excelentes propiedades eléctricas y una gran resistencia a los agentes químicos y disolventes a temperatura ambiente.

Debido a esto, el empleo de este material está creciendo, gracias en gran parte, al desarrollo de nuevos y mejores productos. Posee la capacidad de fundirse a una temperatura determinada, además posee un comportamiento visco elástico que proporciona ante los ensayos de tracción, compresión, flexión y torsión, resultados satisfactorios.

Es un material con un buen equilibrio de propiedades interesantes para producir muchos productos manufacturados, no se oxida, ni se deteriora, reduce la permeabilidad, tiene alta resistencia a los ambientes alcalinos y ácidos, posee buena tenacidad.

Dentro del gran sin número de propiedades que maneja este material, deben destacarse unas que en especial son de mucha importancia como son:

Propiedades físicas

- La densidad del polipropileno, está comprendida entre 0.90 y 0.93gr/cm³ Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros.



- Es un material más rígido que la mayoría de los termoplásticos. Una carga de 25.5kg/cm² aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70 grados C.
- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Tiene una excelente compatibilidad con el medio.
- Es un material fácil de reciclar
- Posee alta resistencia al impacto.

Propiedades mecánicas

- Puede utilizarse en calidad de material para elementos deslizantes no lubricados.
- Tiene buena resistencia superficial.
- Tiene buena resistencia química a la humedad y al calor sin deformarse.
- Tiene buena dureza superficial y estabilidad dimensional.

Propiedades eléctricas

- La resistencia transversal es superior a 10¹⁶ Ω cm.
- Por presentar buena polaridad, su factor de pérdidas es bajo.
- Tiene muy buena rigidez dieléctrica.

Propiedades químicas

- Tiene naturaleza apolar, y por esto posee gran resistencia a agentes químicos.
- Presenta poca absorción de agua, por lo tanto no presenta mucha humedad.
- Tiene gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales..
- El polipropileno como los polietilenos tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa).

El Polipropileno Expandido, es anticorrosivo, y aplicado por extrusión lateral en altos espesores. Sirve para la protección anticorrosiva externa de tuberías de acero, sumergidas para el



transporte de fluidos. De baja conductividad térmica, alta resistencia mecánica e impermeabilidad, es ideal para su utilización en aguas poco profundas. Es utilizado en la Aislación térmica y protección anticorrosiva externa de tuberías de acero sumergidas para el transporte de fluidos. De baja conductividad térmica, alta resistencia mecánica e impermeabilidad, es ideal para su utilización en aguas poco profundas.



Las fibras de polipropileno aplicadas en estructuras controlan las grietas durante la contracción en estado plástico previo al fraguado. Están ingenieras exclusivamente para el hormigón, puesto que se distribuyen de manera uniforme dentro del hormigón en todas direcciones, ofreciendo un refuerzo secundario efectivo para el control del agrietamiento por retracción.

Las fibras se separaran en una red de refuerzo secundario que proporciona beneficios en las etapas iniciales del hormigón y robustez (fuerza residual

Ventajas/Beneficios

- Son eficientes, seguras y fáciles de usar.
- Ofrecen los siguientes beneficios adicionales: inhiben la contracción y resquebrajamiento de fraguado durante el estado plástico del hormigón, menor migración del agua y añade un nivel de resistencia mejorada al impacto y rotura así como resistencia residual. La malla de alambre



no proporciona esto. Ninguno de los métodos afecta la resistencia compresiva o flexional del hormigón. Además, las fibras no son magnéticas, son a prueba de óxido, a prueba de álcalis y no se corroen.

- Aun más, las fibras funcionan sin afectar la hidratación química del cemento. Las fibras son compatibles con todos los aditivos (acelerantes, retardantes, reductores, etc) utilizados en el hormigón y químicos de afianzamiento del desempeño.



Capítulo III



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

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 36 tipos de probetas de 2 composiciones diferentes de mortero hidráulico de 40x40x160 mm, en la siguiente distribución 12 en estado puro y 24 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 + Polipropileno	Fechas	24M+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
	echa	200	00	1800	

Cronograma de elaboración de probetas.

Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
ENE. 2011		5 6M	6 3M	7 3M- F	8 6M+F	9	0
FEB. 2011	31 6M+F	1	2 6M+F	3 3M+F	4	5	6
	7	8	9	10	11	12	13
	4	5 sacar del agua 25-ENE	6	7	8 sacar del agua 28-ENE	9	0
	21	22 sacar del agua 25-ENE	23	24	25 sacar del agua 28-ENE	26	27

- M = mortero
- M + F= Fibra artificial (polipropileno)



Los ensayos de las probetas restantes se harán en un periodo de 2 años, ya que el propósito del tema es conocer la durabilidad del mortero reforzado con fibra artificial 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
meses	7 ne 01	7 br 01
6 meses	31-Ene-2011	31-Jul-2011
meses	1 ne 01	1 ct 01
2 meses	1 ne 011	1 ne 012
15 meses	02-Feb-2011	02-May-2012
8 eses	2 eb 01	2 go 012
21 meses	02-Feb-2011	02-Nov-2012
24 meses	03-Feb-2011	03-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 enrasa la superficie eliminando cualquier excedente posible.



- 1.- 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 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.

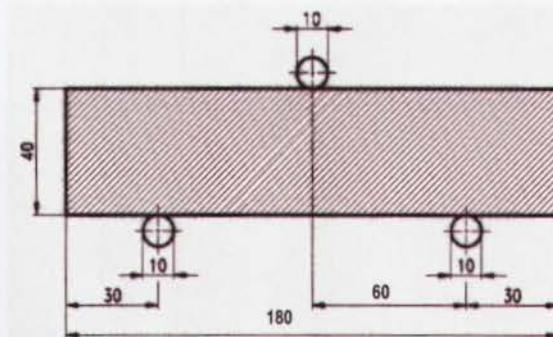
3.4. Ensayos a flexión de las probetas.

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.



- 2.- 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
FEBR. 2011	14	15 Ensayo 25-01 3M	16	17	18 Ensayo 5-02 3F	19	20
	1	2 Ensayo 4-02 3M	3	4	5 Ensayo 4-02 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)
15-02/M1	2.62
15-02/M2	2.59
15-02/M3	2.65
18-02/M1+F	2.67
18-02/M2+F	2.64
18-02/M+3F	2.73

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

PROBETAS	CARGA (KN)
22-02/M1	2.66
22-02/M2	2.71
22-02/M3	2.69
25-02/M1+F	2.88
25-02/M2+F	2.82
25-02/M3+F	2.96



3.4.2. Cálculo 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,

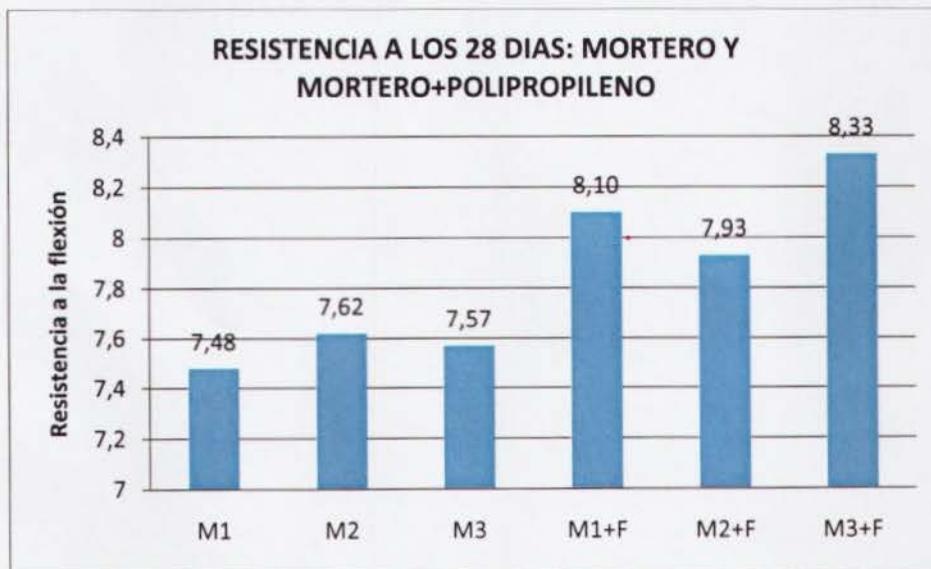
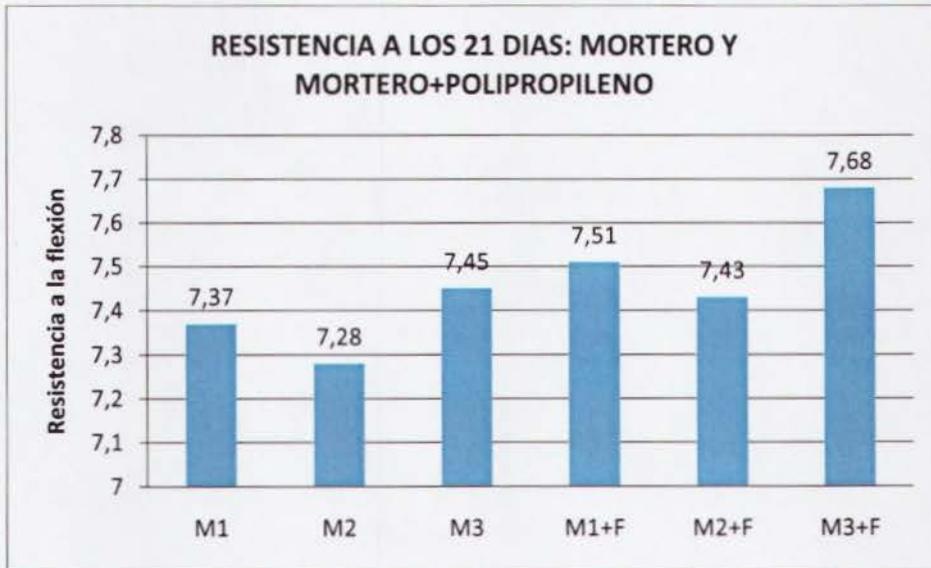
$$Z = \frac{1.5Pl}{h^3}$$

Tabla 3.4.2 - Resultado de ensayos

DIAS DE CURADO	FECHA DE ELABORACION	PROBETAS	FUERZA KN	RESIST. FLEXIÓN (MPa)	PROMEDIO
21	15-02/M1	3M	2.62	7.37	
21	2/M2		.9	.28	.37
21	15-02/M3		2.65	7.45	
21	18-02/M+F1	3M+F	2.67	7.51	
21	18-02/M+F2		2.64	7.43	7.54
21	18-02/M+F3		2.73	7.68	
28	22-02/M1	3M	2.66	7.48	
28	22-02/M2		2.71	7.62	7.56
8	22-02/M3		2.69	7.57	
8	25-02/M+F1	3M+F	2.88	8.10	
8	25-02/M+F2		2.82	7.93	8.12
8	25-02/M+F3		2.96	8.33	



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





Capítulo IV



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 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.

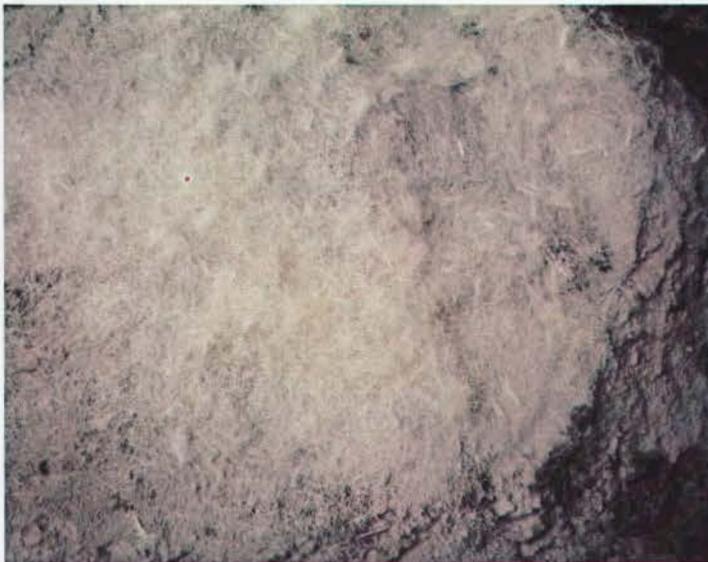
Para los ensayos se requirió de albañiles y oficiales de mucha experiencia laboral, ya que esto es fundamental para un buen acabado y se necesita que estas personas cuenten con la habilidad para realizar un trabajo de calidad.



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.



- 3.- Mezcla para la elaboración de Morteros -



Para las fibras artificiales de polipropileno, 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. 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 podría hacer caer a las mismas.

El curado por mojado es muy importante para su hidratación evitando así que el mortero pierda agua, para lograr así una buena resistencia y contrarrestar posibles fisuras.



- 4.- 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 teclé 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 8 paredes que van a ser ensayadas de la siguiente manera 4 a pruebas de corte y las 4 restantes a compresión diagonal.

Los ensayos se realizarán a los 28 días. De la siguiente manera:

Tiempo de ensayo	CORTE (C1)	COMPRESION(C2)
8 días	PM + 2 MF	PM + 2 MF

1 PM= 1 pared enlucida con mortero

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

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 Enlucido	Fecha de Rotura	Tipo de Prueba
PAREDES CON BLOQUES DE CEMENTO				
PM 1	6 ne		3 eb	orte
1 PMF-C1	26-Ene	27-Ene	24-Feb	Corte
PM 2	7 ne		4 eb	ompresión
PMF 2	7 ne	8 ne	5 eb	ompresión
PM 1	7 ne		4 eb	orte
PM 2	8 ne		5 eb	ompresión
PMF 1	9 ne		6 eb	orte
PMF 2	9 ne		6 eb	ompresión



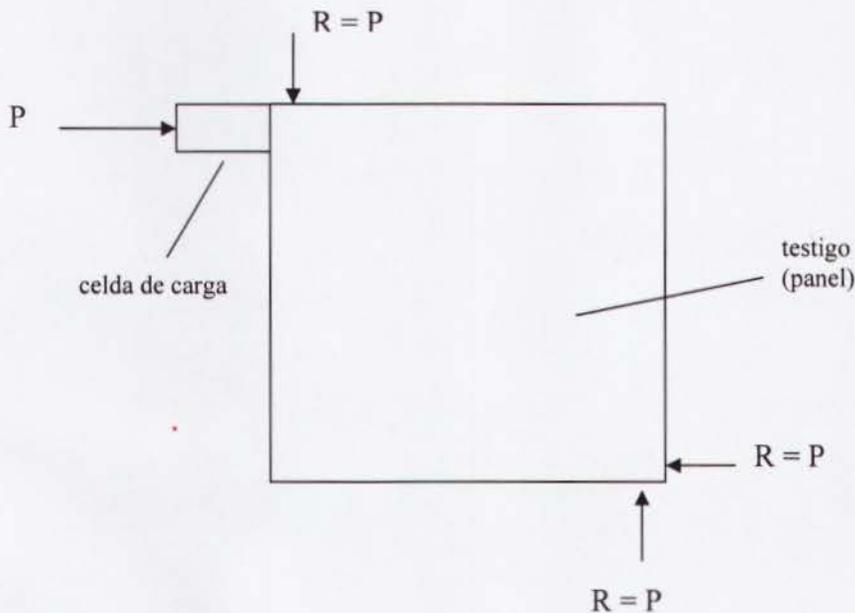
Capítulo V



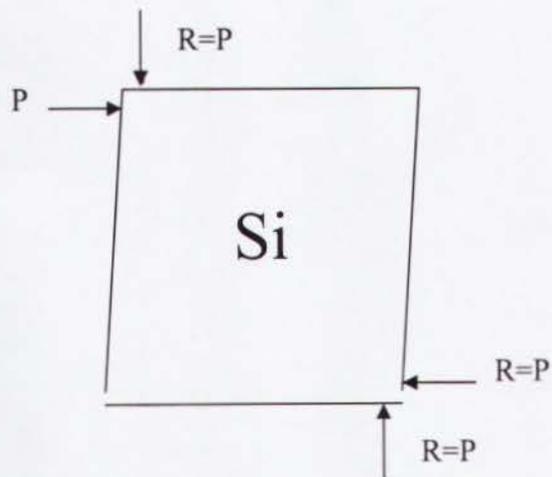
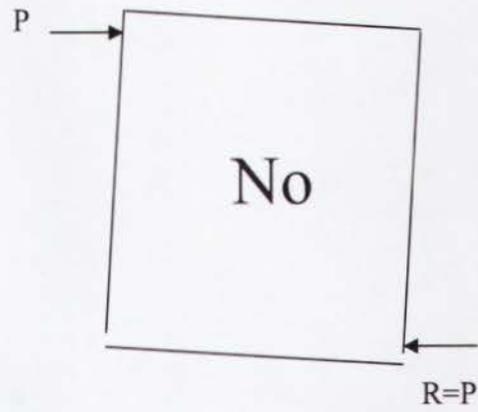
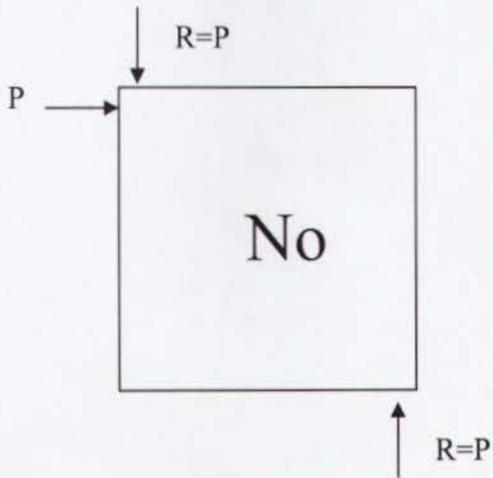
PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS PAREDES DE MAMPOSTERÍA.

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.





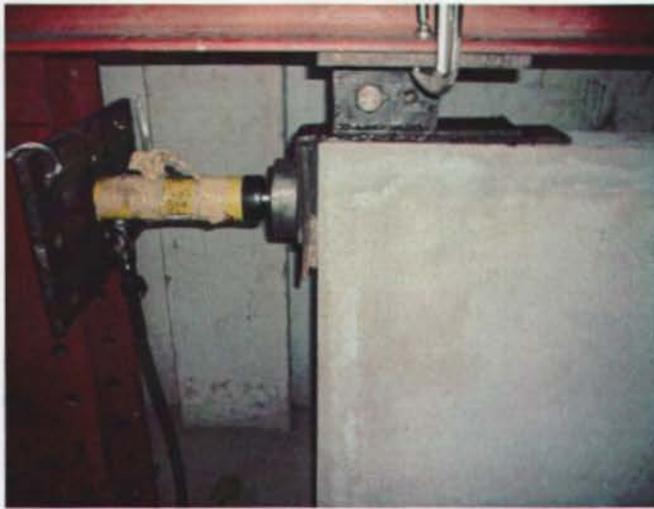
5.1.1. Equipo utilizados.



- 5. 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.



- 6. 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.

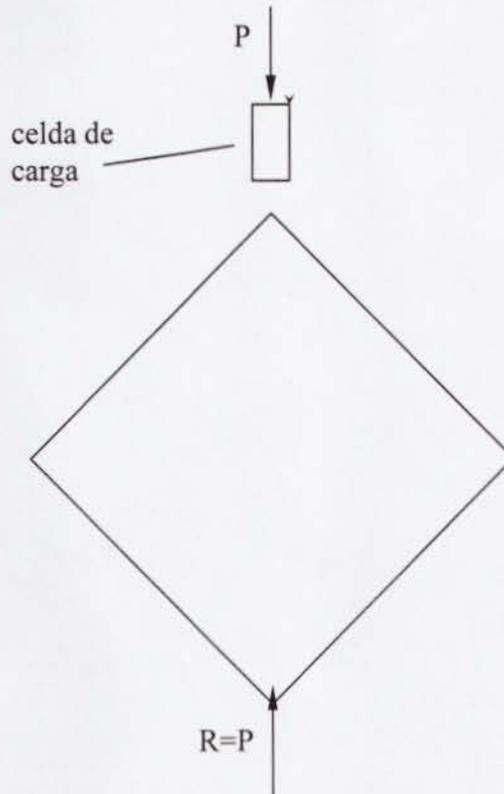


Corte:

TESTIGO	CARGA (Kgf)
1PM-C1	7461.77
1PM - C1	7033.64
1PMF - C1	8039.80
PMF 1	241.63

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, se tuvo 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 teclero y el personal de apoyo se logró 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.



- 7. Pórtico de reacción -



- 8. 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	7319.06
1PM - C2	7535.21
1PMF - C2	7949.20
1PMF - C2	8001.02

5.3. Fallas a Cortante



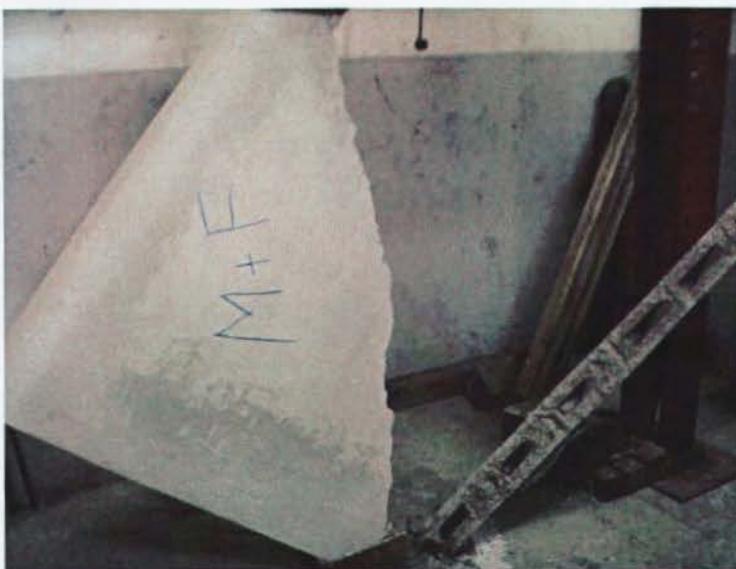
- 9.-. Parte superior izquierda -



- 10. Parte inferior derecha-



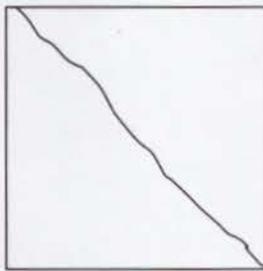
5.4. Fallas a Compresión



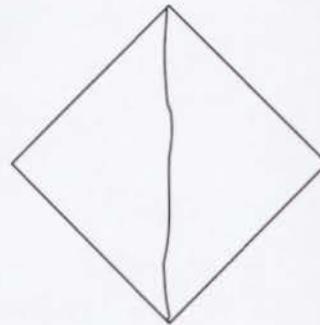


- **11. Rotura total-**

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.



alla típica por cortante



alla típica por compresión



Capítulo VI



COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE MAMPOSTERIA REFORZADA CON FIBRAS NATURALES Y MAMPOSTERIA REFORZADA CON FIBRAS ARTIFICIALES.

Tal como se ha venido tratando en este tema de monografía, la mampostería de bloques reforzada con fibras artificiales, se la comparará con estudios previos realizados con fibras naturales para los cuales se ha elaborado un informe en el cual se detalla las experiencias tomadas entre las dos muestras. Dichos datos fueron extraídos de anteriores ensayos realizados en los que se detallará a continuación la correlación entre ambos ensayos.

Mampostería con fibras naturales:

1. En las probetas de mortero ensayadas a flexión a los 21 y 28 días con mortero hidráulico se detallaba como 100% en resistencia a los 21 días, para lo cual se alcanzó estos resultados y las probetas con fibra natural 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 natural alcanzaron el 93% de esa resistencia; con lo cual se denota 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; para lo que el resultado de los trabajos con la fibra natural 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.
2. En anteriores ensayos de resistencia al corte realizados con morteros utilizados en mamposterías reforzadas con fibra natural los resultados obtenidos en las paredes indican que resistieron hasta cargas de 7034Kg-f a diferencia de las realizadas sin fibras que arrojaban valores hasta 7460Kg-f dando como resultado cargas bastante 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.

3. 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 natural fue de 7320 Kg-f.
4. Los costos de las mamposterías con fibra natural o sin ella no variaron en gran diferencia ya que en el país no es muy complicado conseguir este tipo de material natural vegetal por lo que se puede denotar que resulta beneficioso para la comunidad el uso de este material ya que en circunstancias determinadas como sismos con esta fibra no se desmorona y permanece toda como un elemento a pesar de haber fallado.

Teniendo en cuenta estos datos tomados en las muestras con fibra natural la resistencia no aportó lo suficiente como para sobresalir sobre las muestras sin fibras, pero el hecho de aplicarlas en la mezcla para enlucido de paredes fue que estas adquirieron cierta tenacidad lo que favoreció 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 natural cumplió con el objetivo esperado el cual es que las fisuras no se propaguen por ende no colapsen de forma brusca, además de quedar demostrado la economía que genera la utilización de dicho producto.

Mampostería con fibras artificiales:

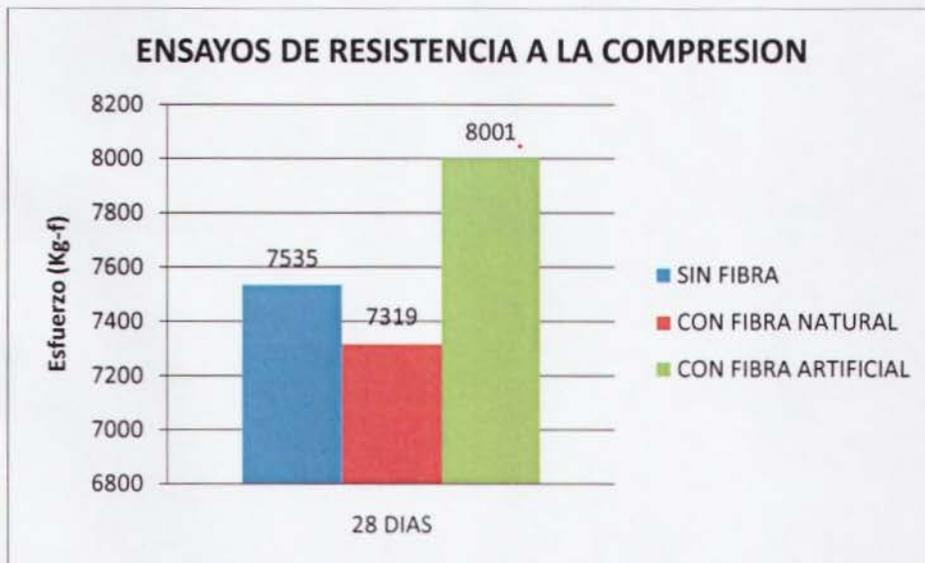
1. Así del mismo modo se tomó como referencia ensayos a flexión a los 21 y 28 días con mortero hidráulico se detallaba como 100% en resistencia a los 21 días, para lo cual se alcanzó estos resultados y las probetas con fibra artificial dieron un resultado de un 102% en cuanto a resistencia. por lo consiguiente las probetas ensayadas a los 28 días: las de mortero hidráulico alcanzaron el 100%, mientras que las de fibra artificial alcanzaron el 107% de esa resistencia; con lo cual se denota que a los 28 días la diferencia de resistencia entre los dos tipos de mortero va



ampliándose mejorando cada vez más los resultados de la pruebas en la probetas con la fibra artificial, además de que no se separaron en dos mitades como si lo hicieron las de mortero hidráulico, lo que implica que la fibra artificial aparte de mejorar nuestra resistencia a la flexión está cumpliendo con su propósito evitar la prolongación de las fisuras y evitar desmoronamientos.

2. En anteriores ensayos de resistencia al corte realizados con morteros utilizados en mamposterías reforzadas con fibra artificial los resultados obtenidos en las paredes indican que resistieron hasta cargas de 8240Kg-f a diferencia de las realizadas sin fibras que arrojaban valores hasta 7460Kg-f dando como resultado que la utilización de fibra artificial aportó a mejorar la resistencia al corte además de no demostrar desmoronamiento de los bloques o del mortero.
3. Los resultados por compresión diagonal arrojaron valores en los morteros en los que se aplicó la fibra artificial hasta 8000 Kg-f a diferencia de las que se fabricó sin las fibras que daban valores hasta 7535 Kg-f, siendo éstos valores muy aproximados a los de la resistencia al corte y así mismo dando a entender que las fibras han colaborado a que mejore la resistencia a la compresión diagonal como fue nuestro objetivo.
4. Los costos de las mamposterías con fibra artificial se pudieron comprobar un poco más elevados que los que se trabajó sin fibra pero a pesar de todo nos demostró que además de brindarnos la ductilidad necesaria para eventos sísmicos nos daba una mejor resistencia tanto al corte como a la compresión.

Teniendo en cuenta estos datos tomados en las muestras con fibra artificial la resistencia mejoró sobre las muestras sin fibras, dándonos una mejor perspectiva sobre resistencias tanto al corte como a la compresión. Además nos brindó la tenacidad lo que favoreció al igual que las que utilizaron fibra natural y así mismo no desmoronarse encima de alguna persona como podría pasar en caso de haber algún sismo. Es decir que la fibra artificial no solo que cumplió con el objetivo esperado como lo hizo la natural sino que mejoró su resistencia aparte de no propagar fisuras que provoquen el colapso de forma brusca.







Conclusiones



CONCLUSIONES:

- El trabajo que se ha mostrado presenta el comienzo del estudio de las fibras artificiales utilizadas como refuerzo en matrices cementicias, puesto que el Abacá, ya ha sido objeto de estudio en investigaciones de fibras naturales realizadas en años anteriores. Sin embargo, los resultados que arrojen la comparación de estas 2 fibras, proporcionarían una base ideal para el desarrollo de nuevas alternativas constructivas.
- Tanto la fibra natural Abacá como las fibras artificiales (polipropileno expandido) son de fácil adquisición, por lo menos dentro del país.
- Las 2 fibras usadas en los trabajos de investigación han demostrado tener gran capacidad de trabajabilidad al momento de realizar la mezcla de los materiales, manteniendo junto el mortero fresco.
- Todas las fibras son muy eficaces en el control de agrietamiento por retracción y fraguado, es decir que el tamaño de las fisuras está dentro de los límites admisibles para no ser consideradas como fisuras de tipo estructural.
- Las fibras incrementan la dureza y la resistencia al impacto del concreto endurecido y pudiera ser utilizado en aplicaciones estructurales.
- Existe una buena correlación entre los resultados de las probetas y los de las paredes.
- Las paredes con fibra vegetal arrojaron valores inferiores a los de las otras dos fibras, aunque en la mayoría de los casos, estas paredes resultaron mejor que las hechas con mortero simple. Esto puede deberse al hecho de que esta fibra se presenta en forma de una pelusa bastante gruesa que resta un área considerable de mortero en las zonas de adherencia.
- Más allá de la resistencia que las fibras puedan aportar, lo ideal de aplicarlas en la mezcla para enlucido de paredes es que estas adquieren cierta ductilidad, 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.

- Desde el punto de vista ingenieril se puede concluir que, tanto la fibra natural Abacá como la fibra artificial Polipropileno presentan un cuadro muy similar en cuanto a su comportamiento y a la resistencia que aportan,.
- Desde el punto de vista económico tendríamos que recomendar la Abacá puesto que es considerablemente más barata que las fibras artificiales y además, uno puede controlar la longitud de la fibra puesto que generalmente se la corta a mano en el momento que se adquiere y eso podría contribuir más a la resistencia que esta aporta.



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 200oC (392oF). 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 aplicara 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 $\pm 1\%$ 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 $75 \pm 15^{\circ}\text{F}$ ($24 \pm 8^{\circ}\text{C}$).

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 sobrestimada. 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 del 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 de toda la prueba a una velocidad 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 especímenes 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 la carga y cualquier deflexión residual denotada en 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 cualquier 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 indicó anteriormente. Incluyendo la carga máxima y cualquier observación presentada en la conducta del panel durante prueba y falla. Expresar 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
- Monografía Alcivar-Bastidas
- Tesis Arboleda-Toral
- Tesis Blum-Pino
- Tesis León-Valle
-

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- <http://masconstruccion.com/curado-hormigon.html>. 4 de Enero del 2011
- http://www.sica.gov.ec/agronegocios/consejos_consultivos/consejos/fibras/3er_congreso/textil_fibras.htm. 10 de Febrero del 2011