



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Análisis comparativo de sistemas constructivos y de costos
entre los paneles innovadores de óxido de magnesio y
mampostería tradicional de una edificación.**

AUTOR:

VÍCTOR GABRIEL FUENTES RAMÍREZ

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

ING. MARCO VINICIO SUÁREZ RODRÍGUEZ

Guayaquil, Ecuador

22 de marzo del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Fuentes Ramírez, Víctor Gabriel**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. _____

Ing. Marco Vinicio Suárez Rodríguez

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Fuentes Ramírez, Víctor Gabriel**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis comparativo de sistemas constructivos y de costos entre los paneles innovadores de óxido de magnesio y mampostería tradicional de una edificación**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR:

f. _____
Fuentes Ramírez, Víctor Gabriel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Fuentes Ramírez, Víctor Gabriel**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis comparativo de sistemas constructivos y de costos entre los paneles innovadores de óxido de magnesio y mampostería tradicional de una edificación**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 22 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR:

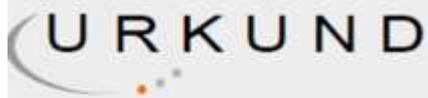
f. _____
Fuentes Ramírez, Víctor Gabriel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

REPORTE DE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	FUENTES_VICTOR_FINAL.doc (D48359963)
Submitted:	2/26/2019 5:05:00 PM
Submitted By:	claglas@hotmail.com
Significance:	0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar esta parte de mi vida, a mis padres por ser pilar fundamental en mi vida, porque siempre me impulsaron a seguir adelante y brindaron su apoyo incondicional.

A Marjorie Freire, por ser la persona que siempre ha estado a mi lado apoyándome, gracias por el amor, motivación y confianza.

A mis compañeros que tuve a lo largo de toda la carrera.

A mi tutor, Ing. Marco Suárez por compartirme sus conocimientos y haberme acompañado en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

A la constructora Hidalgo e Hidalgo S.A., al Ing. Alberto Hidalgo, Ing. Jaime Bravo y al Ing. Freddy Giler quienes me dieron la posibilidad de ser parte de esta compañía, brindarme las facilidades de poder trabajar y terminar mis estudios.

Al Ing. Jorge Álava, Ing. Miguel Camba, Ing. Luis Naveda, Pablo Sandoya, Julio Charco amigos del trabajo, por su apoyo y consejos tanto laboral como en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

A SOLCROM S.A., que me brindo el apoyo con la información y los especímenes de los paneles con placa de óxido de magnesio.

A Carlos Alberto y a los miembros del Laboratorio CEINVES de la universidad, por su apoyo en el desarrollo de los ensayos de resistencia a los especímenes realizados.

Adicionalmente quisiera agradecer a las personas que ayudaron con el desarrollo de mi trabajo de titulación, con su experiencia profesional como los son: Ing. Walter Mera, Ing. Carlos León, Ing. Allan Mora y al Ing. Luis Yépez.

Víctor Fuentes Ramírez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación con todo amor y afecto a mis padres, Margarita Ramírez Quinde y Víctor Fuentes Laborde, porque me dieron la vida, educación, ejemplo de honradez y responsabilidad. Sin ellos nada de esto pudo haber sido posible. Gracias por su apoyo incondicional.

Víctor Fuentes Ramírez



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

f. _____

ING. MARCO VINICIO SUÁREZ RODRIGUEZ
TUTOR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. LILIA VALAREZO PAREJA, Mgs.
DECANA DE CARRERA

f. _____

ING. CLARA CATALINA GLAS CEVALLOS
DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ING. STEFANY ESTHER ALCÍVAR BASTIDAS, Mgs.
OPONENTE

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Antecedentes	2
1.2	Planteamiento del problema	3
1.3	Justificación de estudio	4
1.4	Objetivo general	4
1.5	Objetivos específicos	5
1.6	Hipótesis	5
1.7	Alcance	5
1.8	Metodología	5
2	MARCO TEÓRICO	7
2.1	Generalidades sobre los sistemas de mampostería tradicional	7
2.1.1	Materiales de construcción para la mampostería	9
2.1.2	Características de los materiales	15
2.1.3	Ventajas y desventajas	18
2.2	Generalidades sobre los sistemas de paneles SIP innovadores con placas de óxido de magnesio	19
2.2.1	Innovación tecnológica del sistema	20
2.2.2	Materiales	21
2.2.3	Características de los materiales	21
2.2.4	Ventajas y desventajas	25
3	MARCO METODOLÓGICO	27
3.1	Metodología constructiva del sistema de mampostería tradicional y su Aplicación en Obra	27
3.1.1	Mano de obra	27
3.1.2	Herramientas a usarse	27
3.1.3	Consideraciones para la elaboración del mortero	28
3.1.4	Consideraciones para la elaboración de la mampostería tradicional	28
3.1.5	Curado de las paredes	29
3.2	Metodología constructiva del sistema de paneles de óxido de magnesio y su aplicación en obra	30
3.2.1	Mano de obra	32
3.2.2	Elaboración de los paneles SIP con placas de óxido de magnesio.	33

3.2.3	Herramientas a usarse _____	33
4	DESARROLLO DEL TRABAJO _____	35
4.1	Elaboración del sistema de mampostería tradicional para pruebas _____	35
4.1.1	Preparación del mortero _____	35
4.1.2	Procedimiento de la elaboración de la mampostería tradicional _____	36
4.1.3	Traslado de las paredes _____	38
4.2	Elaboración del Sistema de Paneles SIP con placas de Óxido de Magnesio _____	40
4.2.1	Procedimiento de fabricación de los paneles SIP con placas de óxido de magnesio. _____	40
4.2.2	Traslado de los paneles SIP con placas de óxido de magnesio. _____	41
4.3	Ensayos de resistencia _____	42
4.3.1	Resistencia a compresión simple _____	43
4.3.2	Resistencia a compresión diagonal _____	47
4.3.3	Resistencia al impacto _____	54
5	ANALISIS COMPARATIVO _____	58
5.1	Análisis comparativo en la metodología constructiva entre los paneles de óxido de magnesio y la mampostería tradicional _____	58
5.2	Análisis de los ensayos técnicos aplicados entre los paneles de óxido de magnesio y la mampostería tradicional _____	59
5.3	Análisis de costos entre los paneles de óxido de magnesio y la mampostería tradicional _____	61
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	62
6.1	Conclusiones _____	62
6.2	Recomendaciones _____	65
7	REFERENCIAS _____	66
8	ANEXOS _____	68

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Nomenclaturas de los especímenes para ensayos.</i>	42
<i>Tabla 2: Fecha de elaboración y de ensayo de los especímenes.</i>	42
<i>Tabla 3: Valores del ensayo de resistencia a compresión diagonal de los especímenes.</i>	51
<i>Tabla 4: Valores del ensayo de resistencia al impacto de los especímenes.</i>	55
<i>Tabla 5: Valores de resistencia en los ensayos.</i>	60
<i>Tabla 6: Diferencia entre los dos sistemas.</i>	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Dún Eochla Interior - Inishmore / Irlanda.</i>	8
<i>Ilustración 2: Ruinas de graneros en la ladera sobre Ollantaytambo.</i>	8
<i>Ilustración 3: Bloques de hormigón simple.</i>	11
<i>Ilustración 4: Fabricación de los bloques de hormigón simple.</i>	11
<i>Ilustración 5: Bloques de arcilla.</i>	12
<i>Ilustración 6: Uso de MgO en la gran muralla – China y los soldados el ejército de Terracota en Asia.</i>	24
<i>Ilustración 7: Uso de paneles con placa de Óxido de magnesio en los juegos olímpicos de Beijing.</i>	24
<i>Ilustración 8: Proceso constructivo de Mampostería Tradicional.</i>	30
<i>Ilustración 9: Proceso constructivo de obra con paneles con placa de óxido de magnesio.</i>	34
<i>Ilustración 10: Elaboración de la mezcla del mortero.</i>	35
<i>Ilustración 11: Elaboración de los especímenes de mampostería tradicional, pegada de bloques.</i>	37
<i>Ilustración 12: Elaboración de los especímenes de mampostería tradicional, enlucido.</i>	37
<i>Ilustración 13: Elaboración de los especímenes de mampostería tradicional, acabado.</i>	38
<i>Ilustración 14: Traslado de los especímenes al pórtico de ensayos.</i>	39
<i>Ilustración 15: Montaje del espécimen para realizar los ensayos.</i>	39
<i>Ilustración 16: Traslado del espécimen para realizar el ensayo de resistencia al impacto.</i>	41
<i>Ilustración 17: Sistema hidráulico de 50 Ton.</i>	44
<i>Ilustración 18: Espécimen montado para realizar ensayo a compresión simple.</i>	45
<i>Ilustración 19: Espécimen luego de haber aplicado la máxima carga.</i>	46
<i>Ilustración 20: Espécimen de panel con placa de óxido de magnesio luego de ser sometido a compresión, falla por aplastamiento.</i>	46
<i>Ilustración 21: Forma de montaje para la determinación de la resistencia a compresión diagonal.</i>	47

<i>Ilustración 22: Nomenclatura de la ecuación.</i>	48
<i>Ilustración 23: Tipos de falla a compresión diagonal.</i>	49
<i>Ilustración 24: Sistema hidráulico utilizado para los ensayos de compresión diagonal.</i>	50
<i>Ilustración 25: Sistema hidráulico de 15 ton.</i>	50
<i>Ilustración 26: Espécimen con bloques de hormigón, sometido a carga máxima que resiste.</i>	51
<i>Ilustración 27: Espécimen con bloques de arcilla, sometido a la carga máxima que resiste.</i>	52
<i>Ilustración 28: Espécimen de panel con placas de óxido de magnesio, sometido a la carga máxima que resiste.</i>	52
<i>Ilustración 29: Espécimen de panel con placa de óxido de magnesio al ser sometido a compresión diagonal, falla por aplastamiento.</i>	53
<i>Ilustración 30: Espécimen de panel con placa de óxido de magnesio, falla en las esquinas.</i>	53
<i>Ilustración 31: Equipo del deformímetro utilizado para el ensayo de resistencia al impacto.</i>	54
<i>Ilustración 32: Montaje de ensayo de resistencia al impacto.</i>	55
<i>Ilustración 33: Montaje de los especímenes.</i>	56
<i>Ilustración 34: Momento del impacto al espécimen con bloques de hormigón.</i>	56
<i>Ilustración 35: Momento del impacto al espécimen con bloques de arcilla.</i>	57
<i>Ilustración 36: Momento del impacto al espécimen de panel con placa de óxido de magnesio.</i>	57
<i>Ilustración 37: Precio por metro cuadrado en ambos sistemas.</i>	61

RESUMEN

En este trabajo de titulación, se realizó una comparación entre la mampostería tradicional y los paneles con placa de óxido de magnesio. En el campo de la construcción siempre se busca innovar y buscar nuevos métodos que faciliten la construcción y que a la vez cumplan con todos los requerimientos o necesidades. Es por eso que los paneles con placa de óxido de magnesio se presentan como una alternativa viable para sustituir el sistema de mampostería tradicional. Para comprobar dicha viabilidad se hizo una comparación analizando la metodología de la construcción y costos entre ambos sistemas. Adicionalmente, se realizó los ensayos de resistencia a compresión simple, compresión diagonal y al impacto con los especímenes correspondientes a cada sistema. Los ensayos realizados demostraron que la mampostería tradicional presenta fallas frágiles mientras que los paneles con placa de óxido de magnesio presentan fallas dúctiles. Con respecto a la metodología del trabajo se demostraron beneficios en cuanto al tiempo de ejecución y también se encontró una diferencia notable en peso lo cual puede ser muy útil en una edificación.

Palabras Claves: mampostería, unidades de mampostería, mortero, paneles SIP, placas de óxido de magnesio, resistencia, análisis comparativo.

ABSTRACT

In this work, a comparison was made between traditional masonry and panels with magnesium oxide board. When we talk about construction, we always have to innovate and look for new methods that facilitate construction and at the same time comply with all requirements or needs. That is why panels with magnesium oxide board are presented as an alternative to replace the traditional masonry system. To verify this viability, a comparison was made analyzing the methodology of the construction and costs between both systems. Additionally, test was made to analyze the resistance to simple compression, diagonal compression and impact with the specimens corresponding to each system. The tests carried out showed that the traditional masonry presents fragile failure while the panels with magnesium oxide board have ductile failure. Talking about the methodology of the work, benefits were shown regarding the execution time and a notable difference in weight was also found, which can be very useful in a building.

Key words: *masonry, blocks, mortar, SIP panels, magnesium oxide board, resistance, comparative analysis.*

CAPITULO 1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Desde hace algún tiempo se ha estado buscando alternativas viables para superar de forma adecuada, los inconvenientes que se plantean en el uso de los paneles de mampostería tradicional, para la construcción de particiones (paredes) en viviendas y edificios, sistema constructivo que utiliza bloques de hormigón y/o arcilla, los cuales son pegados o adheridos entre sí mediante el uso de morteros, cuyas propiedades mecánicas podrían conducir a un comportamiento frágil, el cual caracteriza el colapso de dicho sistema constructivo cuando es sometido a fuerzas laterales o sísmicas.

Estas juntas o uniones ya sean vertical u horizontalmente entre los bloques, constituyen la parte más débil del sistema. Los paneles de mampostería tradicional tienen un comportamiento frágil típico, con fracturas que empiezan en las juntas de unión entre los bloques pegados con el uso del mortero, las que preceden a una falla súbita o colapso.

Una de las formas para superar esta deficiencia, es reforzar estos paneles de mampostería (paredes), mediante la aplicación del revestimiento más conocido como enlucido sobre ambas caras de estas paredes, usando para esto un mortero diseñado para este fin. Sin embargo de ello, bajo condiciones normales de carga las fisuras son inevitables, y sometido a fuerzas laterales o sísmicas el sistema colapsa.

Mediante investigaciones se ha logrado demostrar que al incorporar fibras naturales o artificiales a los morteros de base cementicia, se obtiene un incremento satisfactorio en sus propiedades mecánicas y por ende un mejor comportamiento estructural de estos morteros. Con el mortero para pegar los bloques se logra ganar resistencia y disponibilidad de ductilidad y con el mortero para enlucir se logra proveer también ductilidad y añadir tenacidad, la que permite un mejor control de fisuras en las paredes, al transformar una

matriz frágil en un material con cierto grado de ductilidad. Todos estos trabajos de investigación que han demostrado que se puede conseguir mejorar el comportamiento estructural de los paneles de mampostería tradicional (paredes), mantienen pendiente la solución al problema del gran peso que dicho sistema implica, ya que estos bloques que se usan como base del sistema son pesados, y de otra parte los morteros que se utilizan para pegar bloques y de revestimiento, generan que se incremente significativamente su peso final, el cual está determinado entre una media que va desde los 250 a 300 kg por cada m². (Ing. Walter Mera Ortiz)

1.2 Planteamiento del problema

La mampostería tradicional conlleva a tener un excesivo peso que constituye un gran problema al momento de diseñar una edificación, ya que obliga a los ingenieros calculistas a robustecer las cimentaciones y estructuras que soportan la edificación, lo que implica un mayor incremento de su peso total, generando mayores esfuerzos sobre el suelo (a mayor masa, mayor esfuerzo). Por lo tanto, esto genera que el costo del proyecto sea muy elevado.

Es muy importante el que se logre dar soluciones efectivas a los problemas que plantea el uso del sistema constructivo de paneles de mampostería tradicional, ya que su gran peso y su comprobada fragilidad implican serios problemas a los ingenieros calculistas, profesionales de la construcción y autoridades competentes, al momento de diseñar y construir edificaciones que puedan dar soluciones confiables a los problemas que esta actividad plantea, sobre todo se debe tomar en cuenta la potencial pérdida de vidas humanas por efecto de los movimientos sísmicos y el colapso de estas mamposterías, pero que a la vez sean técnica y económicamente viables para que puedan ser tomadas en cuenta en forma generalizada dentro del mercado de la construcción.

1.3 Justificación de estudio

Actualmente en el mercado ecuatoriano de productos para la construcción, se está promoviendo la inserción de los paneles para la construcción de paredes, los cuales incorporan como innovación importante las placas de óxido de magnesio en su fabricación, indicando que constituyen una alternativa viable que pretende con sus ventajas, dar solución efectiva sobre todo a los problemas de peso, rapidez y costos que tiene el sistema tradicional de mampostería, según lo manifestado por empresarios dedicados a la comercialización de productos para la construcción, que tienen el soporte técnico correspondiente.

Ante lo referido en el párrafo anterior, se cree pertinente proponer este tema para realizar un trabajo de grado con el objetivo de que se haga una investigación exhaustiva, que permita corroborar las bondades de estos paneles y establecer posibles ventajas y desventajas, como resultado del análisis comparativo global planteado entre este innovador producto y el principal elemento comúnmente usado en la actualidad que es la mampostería tradicional de bloques, la cual ya tiene muchos años en vigencia, constituyendo una tecnología que podría ser sustituida en función de algunos parámetros.

1.4 Objetivo general

Se quiere realizar un trabajo de investigación que permita contar con la información necesaria, para poder elaborar un análisis comparativo de características y de costos, basado en datos obtenidos como resultado de las pruebas de laboratorio que deben realizarse, para poder determinar con bases científicas los resultados obtenidos de los sistemas constructivos a ser comparados.

1.5 Objetivos específicos

- Analizar y aplicar los sistemas constructivos, con todo el esquema técnico que involucra cada uno de los dos, adjuntando gráficos comparativos y detalles.
- Analizar costos entre ambos sistemas.
- Obtener las debidas conclusiones, como la resistencia y otras características, citando ventajas y desventajas entre ellos y plantear las recomendaciones del caso para este tipo de obras.

1.6 Hipótesis

La hipótesis de este trabajo radica en comprobar la conveniencia innovadora para toda edificación donde sea necesario la construcción de paredes, la comparación de los sistemas de mampostería tradicional y de los paneles SIP con la placa de óxido de magnesio, resultará beneficioso para los profesionales ya que así conocerán las diferentes ventajas en cuanto a metodología constructiva, comportamiento, costos y tiempo de ejecución en cada tipo de pared.

1.7 Alcance

El desarrollo del trabajo conducirá a tener un análisis veraz, de forma tal que permita especialmente a los Promotores, Ingenieros, Arquitectos Constructores en el sector privado y Funcionarios o Técnicos de las entidades públicas, escoger las mejores alternativas tecnológicas innovadoras para llevar a cabo obras de esa naturaleza, partiendo adicionalmente en mejorar costos y tiempo.

1.8 Metodología

En este trabajo se realizará una investigación profunda sobre el sistema de mampostería tradicional y los paneles con placa de óxido de magnesio con la aplicación de los procesos constructivos dando a notar las ventajas y desventajas, adicionalmente se realizarán especímenes de cada sistema

para la aplicación de ensayos de resistencia tanto de compresión como de impacto, para poder elaborar un análisis de la metodología constructiva, comportamiento, costos y tiempo de ejecución.

CAPITULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades sobre los sistemas de mampostería tradicional

Mampostería acoge al acto de levantar paredes con bloques de algún tipo de material como arcilla, hormigón simple, entre otros. Los bloques que conforman las paredes se unen utilizando mortero de pega el mismo que consiste en la mezcla de cemento, arena, agua y en algunos casos aditivos en proporciones que según corresponda.

La mampostería es uno de los primeros métodos que el hombre utilizó para realizar construcciones sin refuerzo, se utilizaban materiales cercanos como el barro o la piedra y en la actualidad se utilizan bloques de diferentes materiales.

El uso de la mampostería cumpliendo un objetivo que era de protección ante las adversidades de la naturaleza, sus inicios en la prehistoria aproximadamente hace 15,000 años cuando los nómadas optaron por apilar piedras para formar un lugar donde protegerse, tiempo después se utilizó el mortero de barro, permitiendo acomodar con mejor facilidad y con grandes alturas las piedras irregulares y naturales, que tiempo después fueron sustituidas por la creación de una masa de barro hecha a mano y secado al sol ya que no en todo lugar se encontraban piedras. (dcnetwork, 2018)



Ilustración 1: Dún Eochla Interior - Inishmore / Irlanda.

Fuente: (Mehling, 2010)



Ilustración 2: Ruinas de graneros en la ladera sobre Ollantaytambo.

Fuente: (Stevage, 2009)

Aproximadamente en el año 4000 a.C. se creó la actualmente conocida como adobe que consiste en una masa de barro mezclado con paja, con forma de paralelepípedos y colocados dentro de moldes de madera a presión para dejarlas secar al sol. Tiempo después se llevó esta mezcla al horno para hacer ladrillos.

La mampostería de hormigón simple se comenzó a usar en la década de los 20 del siglo XX, cuando Frank Lloyd Wright realizó sus primeros experimentos produciendo unidades de concreto para dar plasticidad y diferentes texturas a los muros. (Perez, s.f.)

2.1.1 Materiales de construcción para la mampostería

Las características de los materiales que constituye cada elemento influyen mucho en todo sistema estructural. En los elementos estructurales como la mampostería tradicional es de los que más depende de las propiedades de los componentes. Motivo por el cual, para saber el comportamiento de la mampostería tradicional es muy importante reconocer las propiedades de sus componentes, para de esta forma saber el comportamiento que este puede llegar a tener. (Espinoza, 2017)

Los materiales que se utilizan para la construcción de la mampostería tradicional son: unidades de mampostería, mortero de pega y mortero de revestimiento.

2.1.1.1 Unidades de mampostería

Las unidades de mampostería son muy conocidas como bloques que se utilizan para la construcción de mampostería estructural se caracterizan por ser de forma paralelepípedo, de dimensiones establecidas y las bases de los materiales pueden ser elaboradas de hormigón simple, arcilla o algún material que cumpla los requisitos dimensionales y de resistencia.

Los primeros bloques fueron fabricados a mano a comienzos de 1900, y actualmente estos se producen por medio de moldes.

Las unidades de mampostería cumplen la función en conjunto al unirse con el mortero, para llevarse a cabo esta unión los bloques presentan partes huecas que permiten el paso de las varillas de acero y a su vez el relleno con mortero.

Las propiedades de las unidades de mampostería dependen del material, fabricación y curado del mismo. En este trabajo se utilizaron para las

paredes de mampostería tradicional bloques con base de hormigón simple y de arcilla.

2.1.1.1.1 Propiedades físicas

Las unidades de mampostería se caracterizan por tener propiedades físicas, para que estas puedan funcionar a la compresión.

2.1.1.1.1.1 Resistencia a compresión

Es la principal propiedad de las unidades de mampostería que puede variar ya que depende de:

- Calidad de elaboración
- Resistencia intrínseca de la masa
- Esbeltez y forma de la probeta

2.1.1.1.2 Bloques de hormigón simple

Es un material prefabricado utilizado para construir mampostería como muros, paredes y losas alivianadas, ya que por su estructura se utilizan para dividir zonas en una edificación, existe una gran variedad de texturas y dimensiones, la más común es de superficies lisas hasta con acabado de estriadas o rugoso, también existen unidades especiales para colocarlas en las esquinas o en las vigas.

Los bloques con base cementicia en el mercado tienen de diferentes dimensiones la más común es de medidas 9x19x39 cm y es la misma la cual se utilizó en este trabajo.



Ilustración 3: Bloques de hormigón simple.

Fuente: (Prefabricados, s.f.)

2.1.1.1.2 Fabricación del bloque de hormigón simple

Para la fabricación de los bloques de hormigón simple se utilizan moldes metálicos especializados para bloques según el dimensionamiento requerido. Dentro de los moldes metálicos se vierte la mezcla del hormigón simple cuya composición es cemento, arena, agregados pétreos normalmente calizos y en casos que se requiera modificar las propiedades como resistencia, color o textura se utilizan aditivos, esta mezcla dentro de los moldes es sometida al proceso de vibrado para compactar el material.



Ilustración 4: Fabricación de los bloques de hormigón simple.

Fuente: (Rivera, 2013)

2.1.1.1.3 Bloques de arcilla

Es un material prefabricado que tiene como material básico la arcilla y es utilizado para construir muros, así mismo como los bloques de hormigón simple tienen una gran variedad de texturas y dimensiones, la más común para utilizar en levantar las paredes es el bloque liso de pared. La medida más común es 10x20x41 cm y es la misma que se utilizó en este trabajo.

Este bloque es ligero, además contiene propiedades de aislante térmico y acústico.



Ilustración 5: Bloques de arcilla.

Fuente: (Alfadomus, s.f.)

2.1.1.1.3.1 Fabricación del bloque de arcilla

Para la fabricación de los bloques de arcilla se utilizan moldes especiales en los cuales se vierte una masa de arcilla mezclada con agua.

Esta arcilla que se utiliza para la mezcla que se vierte en los moldes lleva un proceso de trituración de dos tipos de arcillas una arenosa y otra plástica, esta materia prima pasa por una máquina que remueve toda impureza y a la vez reduce el tamaño de la arcilla. Luego sigue pasado por molinos que reducen aún más el tamaño cerca de 1.5mm y luego esta es pasada a otra máquina que se encarga de moldear el bloque para así poder pasar a la etapa del secado donde se elimina un gran porcentaje del agua que el material contiene, por último pasa a la etapa de cocción donde el bloque

obtiene la resistencia y en esta etapa se comprueba la resistencia. (Cujia, s.f.)

2.1.1.2 Cemento

El cemento es el conglomerante elaborado desde una mezcla de caliza y arcilla calcinada, luego estas rocas pasan por una molienda y da como resultado el clinker, el cual al agregarle una pequeña porción de yeso se convierte en cemento, se utiliza el yeso para que de esta forma se pueda evitar la contracción de la mezcla al fraguar cuando se le mezcla con agua, este tiene la propiedad de poder endurecerse.

2.1.1.3 Arena

La arena es un agregado fino compuesto de fragmentos de rocas o minerales, puede ser natural o triturada. Para poder ser agregado a la mezcla del mortero debe estar libre de contaminantes, arcilla, sales y de impurezas orgánicas; y también debe estar tamizada ya que así se asegura que el mortero tenga una buena trabajabilidad y adherencia.

2.1.1.4 Agua

Para la elaboración del mortero este debe estar libre de minerales y sales con un PH graduado ya que puede afectar las propiedades del mortero.

2.1.1.5 Mortero

El mortero es usado desde hace muchos años, comenzó siendo una mezcla de barro y arcilla. El mortero de mezcla con cemento portland, arena y agua. Fue inventado en 1974 y muy popular después de la primera guerra mundial.

Está compuesto por agregados finos, conglomerantes inorgánicos, agua y en casos que se requiera se utiliza aditivos. Es muy común que se utilice como conglomerante el cemento, aunque con avances tecnológicos y científicos se han logrado crear morteros prefabricados en el cual solo se lo mezcla con agua y cumple con las propiedades necesarias para realizar su función.

Esta mezcla sirve para poder pegar bloques entre juntas o las uniones ya sean verticales u horizontales además por su capacidad de adherencia se lo utiliza para elaborar revestimientos conocidos como “enlucido” en los elementos de mampostería. Este material debe poseer buena consistencia y plasticidad para poder ser colocado de manera correcta, a su vez debe tener capacidad de retención de agua ya que algunos bloques pueden quitarle la humedad al mismo, de esta forma se evita las fisuras en el enlucido.

Para este trabajo se utilizó mortero prefabricado ya que así se puede uniformizar las propiedades del material, para pegar los bloques y para el revestimiento. Este material solo se lo mezcla con agua y se lo puede utilizar.

2.1.1.5.1 Características del mortero

- Adherencia: propiedad que permite tener adherencia entre las unidades de mampostería y el mortero.
- Trabajabilidad: propiedad que tiene el mortero en estado plástico para ser manipulado con facilidad, para poder determinar esta característica se utilizan ensayos de fluidez.
- Durabilidad: propiedad de resistencia que tiene el mortero al clima, está muy relacionado con la densidad de la misma, esta característica hace que el elemento no se deteriore a lo largo del tiempo.
- Retención de agua: propiedad que tiene el mortero para conservar agua útil para la hidratación del cemento, esta característica hace que se hidraten los materiales cementantes.

2.1.1.6 Mortero de pega

Se utilizó el material tanto para los bloques de hormigón simple como para los bloques de arcilla; el mortero que se usó para pegar bloques es un material prefabricado especialmente formulado para la instalación de bloques y contiene aditivos de alta calidad. Se utilizó este mortero

prefabricado ya que contiene todas las propiedades necesarias para cumplir de forma correcta su uso.

2.1.1.6.1 Funciones del mortero de pega

Los morteros de pega presentan dos conjuntos de propiedades importantes, unas correspondientes al mortero fresco y otras correspondientes al mortero endurecido. (Espinoza, 2017)

Entre las funciones del mortero de pega, la principal es de portarse como agente de adherencia con las unidades de mampostería, para que de esta forma puedan trabajar como conjunto para un buen comportamiento estructural del sistema de mampostería tradicional.

El mortero de pega debe acomodar las unidades de mampostería por sus características físicas y variaciones dimensionales, además lograr un buen sellado para impedir el paso del agua y del aire.

2.1.1.7 Mortero de revestimiento

Se utilizó el material tanto para los bloques de hormigón simple como para los bloques de arcilla; el mortero de enlucido que se usó es un material prefabricado especialmente formulado con polímeros, aditivos y fibra de alta calidad de gran trabajabilidad. En este trabajo se utilizó este mortero prefabricado para realizar los especímenes ya que contiene todas las propiedades necesarias.

2.1.2 Características de los materiales

El comportamiento de la mampostería depende de:

- Las propiedades de sus componentes.
- Relación entre sus propiedades.
- Condiciones en las que se encuentran sus componentes.

Por lo tanto, la calidad de la mampostería va a depender en gran parte de las propiedades mecánicas de cada uno de sus materiales, es decir unidades de mampostería y del mortero.

2.1.2.1 Propiedades de las unidades de mampostería

Las propiedades mecánicas más importantes para estimar la calidad de las unidades de mampostería son resistencia a compresión, resistencia a flexotracción y módulo de elasticidad.

2.1.2.1.1 Resistencia a compresión

La resistencia a compresión de las unidades de mampostería depende de su composición y del proceso de fabricación del mismo, este valor estimado de resistencia puede ser útil para determinar la calidad de la unidad de mampostería al momento de compararla con otra, sin embargo dicha resistencia no es valor que influya para determinar la resistencia a compresión de la mampostería compuesta.

2.1.2.1.2 Resistencia a flexotracción

Es importante que las unidades de mampostería posean cierta resistencia a flexotracción para el correcto funcionamiento de la mampostería compuesta. A pesar de que se considere que la mampostería compuesta falle por compresión, esto implica una falla a tracción transversal de las unidades de mampostería. Sin embargo, no se considera que las paredes posean resistencia a flexotracción.

2.1.2.1.3 Módulo de elasticidad

Un parámetro estimado del comportamiento del muro está dado por la relación de rigideces entre la unidad de mampostería y el mortero. Por lo tanto, es importante reconocer el módulo de elasticidad del mismo.

2.1.2.2 Propiedades del mortero

El mortero de pega cumple ciertas funciones importantes en la mampostería compuesta que son:

- Repartir uniformemente las cargas entre las unidades de mampostería.
- Rellenar las juntas impidiendo el paso de agua.
- Transferir las fuerzas horizontales a la cimentación.

2.1.2.2.1 Resistencia a compresión

La resistencia a compresión del mortero mide la calidad del mortero, aunque no es la propiedad más importante.

Al igual que las unidades de mampostería, una alta resistencia a compresión del mortero no necesariamente equivale a un aumento de resistencia en la mampostería compuesta. Según se ha podido comprobar en diferentes estudios, a pesar de conseguir duplicar la resistencia a compresión del mortero, esto equivale apenas un aumento aproximadamente de un 10% de la resistencia en la mampostería compuesta. (Espinoza, 2017)

2.1.2.3 Interfaz entre el mortero y la unidad de mampostería

En la interfaz o conexión entre el mortero y las unidades de mampostería es muy importante destacar la adherencia, ya que es la característica más influyente, aunque varias veces esta es muy afectada por la humedad en las unidades de mampostería.

Esta conexión empieza en el momento en el que el mortero entra en contacto con la unidad de mampostería ya que dicha unidad absorbe agua del mismo, esta agua a su vez transporta materiales cementicios que se introducen en la unidad de mampostería, por lo tanto la reacción química que se genera en los materiales cementicios al momento de unirse con el agua culminan cuando parte de estos han sido transportados a la unidad de mampostería y dado que la mayoría de este material aun es conservado por la mezcla del mortero se genera una adherencia entre ambos materiales.

2.1.3 Ventajas y desventajas

2.1.3.1 Ventajas

- La mampostería como sistema constructivo se pueden utilizar en viviendas de bajo presupuesto de uno o dos niveles de piso, hasta edificios ya sea para uso comercial, industrial, hotelero, educativo entre otros.
- Con la aplicación correcta de los materiales, gracias a sus propiedades se obtienen estructuras duraderas de buena apariencia y con bajo costo de mantenimiento.
- Por medio de los orificios que contienen los bloques se pueden llenar con materiales que permitan generar un aislante acústico y térmico a la mampostería compuesta.
- Los materiales para construcción de mampostería tradicional actualmente están en continua evolución, generando mejoras en cuanto a las propiedades de los materiales para lo cual hace que el sistema adquiera grandes beneficios.

2.1.3.2 Desventajas

- Dentro de la mampostería tradicional se debe considerar el peso del mismo, el cual va afectar directamente en el cálculo y diseño estructural.
- Demanda más horas/hombres para su ejecución.
- No se pueden alterar indiscriminadamente los espacios interiores de las edificaciones, debido a que esto generaría un costo significativo.
- Genera mayor cantidad de material de desalojo en su proceso constructivo.
- Requiere refuerzos para realizar paredes para grandes luces.

- Con respecto a las unidades de mampostería, no se pueden cortar con tanta facilidad ya que se podrían cortar mal y esto hace que este se vuelva frágil.

2.2 Generalidades sobre los sistemas de paneles SIP innovadores con placas de óxido de magnesio

El concepto del panel de aislamiento estructural SIP (Structural Insulated Panel) da inicio en 1930 en el Laboratorio de Productos Forestales (FPL) en madison, Wisconsin. Los ingenieros de la FLP consideraron que la madera y aglomerado de revestimiento podrían tomar una porción de la carga estructural en las aplicaciones de la pared. Se dice que fue ahí donde se comenzó a utilizar para la construcción de viviendas estos paneles como pruebas, y fueron supervisadas continuamente por más de 30 años examinando cabe recalcar que durante ese tiempo se continuo experimentando nuevos diseños y materiales.

Investigadores recalcan que en los años 1930 y 1940 el famoso arquitecto Frank Lloyd Wright utilizó los paneles de aislamiento estructural en algunas de sus casas. Logrando que el sistema SIP diera un salto importante en su tecnología, cuando Alden B. Dow, hijo del fundador de Dow Chemical Company, creo el primer SIP con núcleo de espuma en 1952. De esta forma en la década de los 60's el EPS conocido como el poliestireno expandido se convirtió en un producto aislante disponible, permitiendo a los productores de paneles SIP, utilizarlo como primera opción para usarlo como material aislante de sus propuestas de paneles estructurales.

A partir de ese momento el sistema SIP se convirtió en una respuesta viable a una creciente demanda del mercado norteamericano y canadiense, por construir casas que tuvieran un alto grado de aislamiento térmico, bajo empleo de mano de obra y un costo/beneficio razonable.

Se comenzó a producir el elemento prefabricado con un formato de 1.22m x 2.44m, con una estructura combinada de dos tableros de OSB conocido

como contrachapado o madera procesada, firmemente adheridos a un núcleo de poliestireno o poliuretano.

En 1990 es fundada la Asociación de Paneles de Aislamiento Estructural en Estados Unidos de Norteamérica, con el objetivo de normar la fabricación y construcción con esta tecnología.

2.2.1 Innovación tecnológica del sistema

Con el pasar del tiempo y como resultado de la investigación e incorporación de nuevos materiales y significativas mejoras de los inicialmente usados, la definición de los paneles SIP ha evolucionado al punto de ser reconocido a la presente fecha como: “Un sistema de paneles estructurales aislantes, conformados por un núcleo de material aislante rígido y dos placas de comportamiento mecánico homogéneo, materiales que van unidos con un adhesivo permanente de uso estructural, logrando un elemento solidario de gran capacidad para absorber solicitaciones estructurales”.

En la actualidad esta tecnología ofrece una solución viable para edificaciones residenciales y comerciales de hasta 6 niveles de altura. Altas capacidades de diseño, una gran resistencia, aislamiento térmico y acústico y ahorro de mano de obra son algunas de las propiedades que estos paneles ofrecen al mercado de la construcción.

Esta tecnología ha permitido la fabricación de un innovador producto compuesto de materiales que garantizan la construcción de edificaciones de gran versatilidad y formas, gran ligereza, limpieza, alta resistencia y gran durabilidad, dotadas además de un gran confort térmico y acústico y un alto bienestar para los habitantes de las mismas y para el medio ambiente. Todo lo anterior permite edificar obras completas o parciales a costos inferiores a los que se dan en las construcciones tradicionales, debido a la economía de las piezas, la producción controlada en fábrica y a la rapidez de ejecución de las obras.

En este proceso de evolución continua y como un evento de importante innovación tecnológica, hace pocos años se han incorporado a estos

paneles SIP las placas de óxido de magnesio, las cuales desde inicios de los años 2000 han venido imponiendo su uso en la fabricación de estos paneles, debido a sus características técnicas, las cuales otorgan grandes ventajas complementarias al sistema SIP, si lo comparamos con las que usan en su fabricación a las placas de tecnología anterior tales como el OSB, los fibrocementos u otras similares.

Tal ha sido el impacto de este evento de innovación tecnológica, que al momento se las identifica en el mundo de la construcción como “la placa del siglo XXI”.

2.2.2 Materiales

En la fabricación del SIP como elemento prefabricado, se debe cumplir con las normas que las rigen en cada país o de manera general, por lo indicado por la norteamericana Asociación de Paneles de Aislamiento Estructural y, debidamente complementada por lo indicado por la ASTM. Las principales consideraciones que se deben tomar en cuenta tienen que ver con las placas (tableros) a emplear, el núcleo, el adhesivo y el proceso de fabricación. El producto terminado debe satisfacer las capacidades señaladas en la respectiva ficha técnica, información que servirá al usuario para elaborar los cálculos estructurales, de aislamiento térmico, de atenuación de ruido, entre otros.

Los espesores de los núcleos y de las placas dependerán de las solicitaciones estructurales requeridas, así como también de las exigencias de acondicionamiento térmico y acústico esperado, dependiendo de las respectivas zonas geográficas dentro de cada país, conforme a lo establecido en las normativas y/u ordenanzas de las autoridades locales.

2.2.3 Características de los materiales

Por lo general, cada fabricante para el proceso de fabricación de los paneles SIP pueden ser clasificados en varios tipos depende del material que se utilice tanto para el núcleo como para las placas o tableros que cubren dicho núcleo por ambas caras, estos materiales define la aplicación final que se le

pueda dar a cada diseño de panel, puede ser para paredes, losas de entre pisos y cubiertas.

2.2.3.1 Materiales usados para el núcleo:

- EPS: Es el poliestireno expandido de alta densidad autoextingible. Es una espuma higroscópica rígida muy liviana suministrada en forma de planchas, de color blanco, de dimensión volumétrica estable y constituida por un termoplástico celular compacto. El EPS es un aislamiento ligero compuesto principalmente de aire. Solo el 2% de EPS es plástico. Durante la vida útil de una casa, la aislación de EPS utilizada en los paneles SIP ahorrará varias veces la energía incorporada en el petróleo utilizado para hacer el EPS. Se necesita un 24% menos de energía para producir EPS que un aislamiento de fibra de vidrio de un valor de resistencia térmica equivalente. El EPS generado durante el proceso de fabricación puede reciclarse en nuevos productos EPS.
- XPS: Es el poliestireno extrucionado de alta densidad autoextingible. Se obtiene mediante la extrusión del poliestireno en presencia de un gas espumante. Tiene una estructura celular cerrada similar a la del poliestireno expandido, pero presenta una superficie más lisa, mayor dureza y una conductividad térmica reducida.
- Poliuretano Proyectado: O espuma de poliuretano, es un material plástico de composición celular empleado como aislante térmico y acústico y como impermeabilizante tanto en la construcción como en la industria.

2.2.3.2 Materiales usados como las placas para ambas caras (lados):

- OSB: También llamado Contrachapado o de madera procesada, es el material que más comúnmente se ha usado. Los espesores usados en la fabricación de los SIP van desde los 3mm hasta los 18mm, dependiendo de la aplicación que se requiera. Las dimensiones pueden ir de 1,22m x 2,44m hasta 3,66m. Existen derivados en

versiones mejoradas que incorporan algunas características como resistencia a la humedad, entre otras.

- Fibrocemento.- También llamado de Cemento Reforzado, es un material que no es muy popular en el mercado. Se produce en espesores que van desde los 4mm hasta los 18mm en las aplicaciones para SIP. Los formatos normalmente vienen en 1,22m x 2,44m. Existen en el mercado versiones mejoradas que incorporan algunas características como resistencia a la humedad, mayor flexibilidad, estabilidad dimensional, entre otras.
- Lamina Fenólica Reforzada: Las láminas Fenólicas Reforzadas se producen en espesores de 0.75mm y de 1.30mm, longitudes de 200m y 115m. Para fabricar paneles SIP, el factor que limita su tamaño está dado por el tamaño de la prensa.
- MgO: El Óxido de Magnesio no es un material nuevo de construcción. La realidad es que se ha redescubierto desde inicios de los años 2000, ya que es un material que tiene una historia de usos milenarios, desde la Gran Muralla China y el ejército de Terracota en el Asia, pasando por El Partenón del Imperio Romano hasta épocas más cercanas, como las bases del puente de Brooklyn en Nueva York, USA, y más contemporáneas como la Torre TAIPEI 101 y en el 2008 constituyéndose el material oficial de las Olimpiadas de Beijing, en el que se dice que usaron sobre 8 millones de pies cuadrados en placas de minerales compuestos de MgO, para la construcción de las edificaciones usadas para este evento mundial, con una inversión estimada de unos 160 billones de dólares americanos.



Ilustración 6: Uso de MgO en la gran muralla – China y los soldados el ejército de Terracota en Asia.

Fuente: Internet.



Ilustración 7: Uso de paneles con placa de Óxido de magnesio en los juegos olímpicos de Beijing.

Fuente: Internet.

Por las características técnicas de las placas con este material, cada día tiene más aceptación en el mercado internacional, reemplazando al tradicional OSB, al fibrocemento y los otros menos usados. Los espesores usados en la fabricación de los SIP van desde los 3mm hasta los 18mm, dependiendo de la aplicación que se requiera. Las dimensiones de estas pueden ir de 1,22m x 2,44m hasta 3,66m.

En la actualidad existen muchas variedades de combinaciones de materiales pero la que más se está usando en el mercado internacional para la fabricación de los paneles SIP, es la que plantea el núcleo de EPS con las placas de mineral compuesto de óxido de magnesio, debido a las prestaciones que estas placas le otorgan al panel SIP como valores agregados.

Entre los principales valores agregados determinados en esta investigación, que le otorga el uso en la fabricación de los SIP de las placas de mineral compuesto MgO, hemos podido identificar las siguientes:

- Son ecológicas.
- No contienen aditivos dañinos.
- No son Inflamables y además resisten al fuego.
- Resisten a la humedad y al agua.
- Son resistentes a los hongos, moho, termitas y bichos.
- Funcionan como aislante térmico y acústico.
- Son mucho más livianas que el OSB y el fibrocemento.
- Resisten al impacto.

2.2.4 Ventajas y desventajas

2.2.4.1 Ventajas

- Reducción de Gastos: Las magníficas propiedades aislantes de este producto minimizan el uso de climatización, en complemento con los translúcidos hacen que se reduzca al mínimo la utilización de energía para iluminación, el mantenimiento es mínimo y es un producto 100% recuperable.

- Flexibilidad y sencillez: No hay que preocuparse por las ampliaciones futuras, se puede añadir o quitar módulos dependiendo de sus necesidades.
- Rapidez de Instalación: El sistema al ser modular y ligero se instala rápidamente de una manera limpia y estética; todo el sistema es habilitado en planta lo que ahorra tiempos de ejecución en obra.
- Soluciones sin límite: El sistema se utiliza tanto para muros exteriores como interiores, por su alta resistencia es el producto que ofrece la mayor capacidad de separación entre apoyos sin necesidad de hacer grandes inversiones en estructura.

2.2.4.2 Desventajas

- La instalación debe hacerla personas con previa capacitación.
- La fabricación de medidas especiales requiere tiempo de espera.
- El país donde existen los mayores depósitos naturales de óxido de magnesio es en China y el gobierno prohíbe la exportación para la producción fuera de China.
- Las placas de óxido de magnesio suelen ser más caras que el yeso.
- Requieren estrictos controles en las dosificaciones de la materia prima en mezclador, tiempo de espera, manejo y curado de los productos. Diferentes empresas que se dedican a la producción de estos paneles usan diferentes dosificaciones y por lo tanto hay que ser muy cuidadoso ya que las propiedades pueden variar.
- El cloruro puede producir un ambiente corrosivo para los sujetadores y soportes de acero.

CAPITULO 3

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología constructiva del sistema de mampostería tradicional y su Aplicación en Obra

El sistema de mampostería tradicional radica en la utilización de materiales que han perdurado durante el tiempo, las mismas que son parte indispensable de la construcción, sin embargo, este tipo de sistema resulta ser un poco costoso y de gran tiempo, además de mayor mano de obra, siendo una aplicación más común y de manejo más conocido, sin embargo debido al comportamiento de los materiales en conjunto que reaccionan a los ambientes a los que es sometido, es importante destacar que los mismos han debido tener mejoras para adaptarse a distintas situaciones.

3.1.1 Mano de obra

Para poder construir las paredes de mampostería tradicional los albañiles con su respectivo oficial deben estar preparados con los conocimientos básicos del sistema constructivo. En este trabajo se utilizó un albañil y un oficial con experiencia, ya que también de ellos depende el buen acabado y calidad de cada pared.

3.1.2 Herramientas a usarse

Los instrumentos necesarios para elaboración y revisión de la mampostería tradicional son los siguientes:

- Flexómetro: herramienta para dar medidas.
- Nivel: sirve para el chequeo del nivel de la posición de los bloques.
- Piola: se utiliza para ser de guía, una referencial de alineación de los bloques.

- Plomada: esta herramienta sirve para revisar irregularidades verticales al construir la pared.
- Carretilla: se puede utilizar para la elaboración y almacenamiento del mortero y se recomienda que sea de superficie plana.
- Bailejo: esta herramienta sirve para la colocación del mortero para la pegada de bloques y champeado, además para quitar los excedentes en las juntas.
- Paleta o Borrador: sirve para dar un acabado liso al momento de enlucir las paredes.
- Regleta de aluminio: sirve para la correcta alineación vertical y horizontal al aplicar el enlucido.

3.1.3 Consideraciones para la elaboración del mortero

La mezcla del mortero debe ser una masa trabajable en estado plástico para que pueda ser adaptable a cualquier superficie y además sea muy fácil la aplicación de esta. Por lo tanto esta mezcla se la debe hacer sobre una superficie limpia, seca y sobre todo evitar la contaminación con otra sustancia, de igual manera el agua a usarse debe ser libre de impurezas, además tener en consideración que el mortero se lo puede utilizar hasta un máximo de dos horas del mezclado inicial y a la vez no puede estar sin ser mezclado más de una hora.

3.1.4 Consideraciones para la elaboración de la mampostería tradicional

En el sistema de construcción de la mampostería tradicional, se debe considerar parámetros desde la recepción y almacenamiento de los materiales, tener en cuenta las tolerancias dimensionales, alineamiento y el buen manejo de las unidades a su vez ser riguroso con la elaboración (dosificación) y almacenamiento del mortero.

Antes de realizar este sistema se debe verificar los planos del diseño con respecto al diseño arquitectónico, estructural, hidrosanitario y eléctrico, ya

que la mampostería compuesta no debería interrumpir las tuberías de redes hidrosanitarias, eléctricas o demás tipos de redes dentro de la una edificación y en el caso de que sea necesario se deberá reforzar con dos hiladas adicionalmente recubrir la zona con hormigón. También se debe tener la dosificación para la mezcla de los morteros. Además se humedecen las unidades de mampostería para de esta forma tenerlas saturadas, de tal manera evitar que se presenten micro fisuras en el acabado final del enlucido.

Con respecto a sus herramientas, se recomienda utilizar carretillas de superficies planas o que se puedan adaptar en la obra además de revisar constantemente la alineación ya que de esta forma se lograría mejorar el rendimiento.

En su la instalación de las unidades de mampostería, la primera hilada es la más importante por lo tanto en una obra se recomienda colocarlos sin pegar hasta que esta hilada este en una correcta posición, hacer esto para señalar y tener un buen alineamiento. Luego se pica la base para colocar el mortero y generar una buena adherencia, seguido de este se comienza la primera hilada por los extremos. Para seguir en la elevación de la mampostería compuesta, se coloca mortero sobre la primera hilada, solo en las franjas longitudinales y se procede a colocar las unidades con un poco de presión. Por cada hilada que se coloque es necesario verificar la alineación.

Se recomienda dejar la mampostería compuesta a media altura para de esta forma darle el tiempo a que el mortero de pega obtenga la resistencia necesaria, así se evita que esta pueda derrumbarse ya sea por viento, vibraciones o temblores.

3.1.5 Curado de las paredes

El curado por riego superficial de las paredes es fundamental para la hidratación del mortero, ya que de esta forma se evita que este pierda agua y se generen fisuras.

El riego superficial es el riego por aspersion que permite tener el espécimen saturado evitando su secado. Este método de curado se usa para grandes superficies y es muy eficiente. Se debe aplicar en el estado fresco del hormigón para evitar su deterioro superficial.

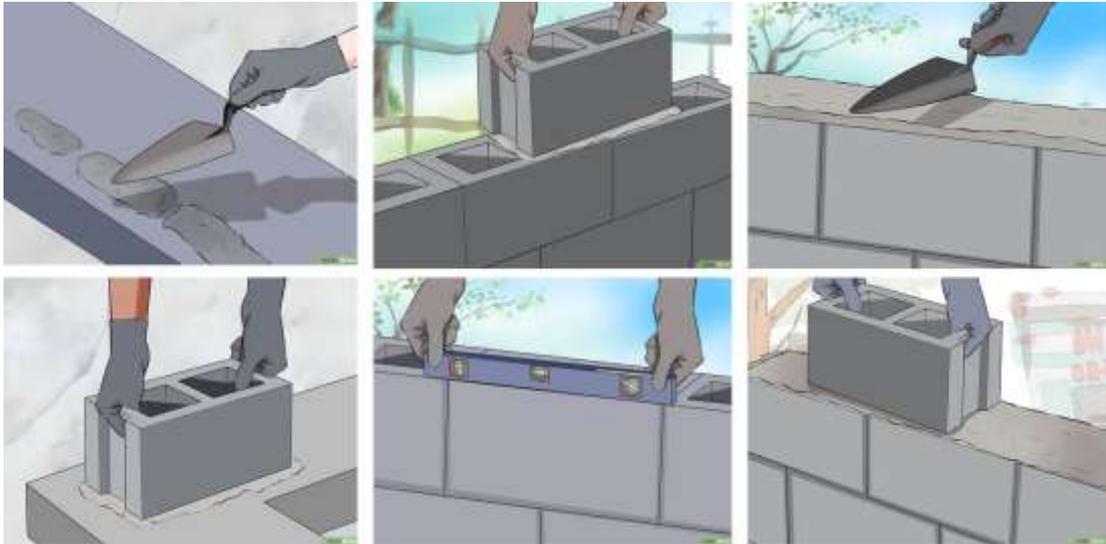


Ilustración 8: Proceso constructivo de Mampostería Tradicional.

Fuente: Autor.

3.2 Metodología constructiva del sistema de paneles de óxido de magnesio y su aplicación en obra

La utilización del sistema SIP con placas de óxido de magnesio por sus características especiales, es usado como paneles prefabricados para realizar trabajos en obra para la provisión de paredes, techos e incluso pisos, con el fin de reducir costos de construcción, de consumo energético durante su uso y ayudar con el cuidado del medio ambiente por ser ecológicos.

Es un sistema de construcción de edificaciones que no utiliza el cemento, reemplazándolo por el uso de paneles prefabricados (SIP) con placas de óxido de magnesio de tecnología Innovadora, complementado por otros componentes como los elementos horizontales inferiores y de remate superiores, los conectores de anclaje entre paneles, elementos

complementarios hidrófugos, etc., los que permiten conformar un sistema integral de construcción de edificios ligeros y sismo resistentes.

La unión entre los paneles y los demás componentes prefabricados del sistema es simple y de rápida ejecución. Se basa en el uso de tornillos y/o clavos como dispositivos de anclaje de las conexiones del sistema. Para asegurar la estanqueidad del viento todas las juntas van selladas con materiales adecuados para este fin como la espuma de poliuretano inyectado. Todos estos materiales complementan al sistema dando como resultado una construcción de gran calidad. Es imperativo el cumplimiento riguroso de todos los procedimientos de instalación establecidos por cada fabricante y/o proveedor.

El panel básico tiene una dimensión de 1,22m x 2,44m y un espesor variable, teniendo un peso variable dependiendo de los materiales que lo conforman, pudiendo tomarse como una media 50kg por panel, lo cual lo hace fácil de transportar e instalar empleando solo dos personas. El sistema permite construir casi cualquier diseño de edificación.

Entre las características básicas del sistema podemos mencionar las siguientes:

- Capacidad de Aislamiento Térmico: La principal ventaja de los paneles SIP está dada por su eficiencia térmica. Su construcción con aislación incorporada y el tipo de uniones que emplea, disminuyen los requerimientos de energía en calefacción y/o refrigeración.

El valor R, que es la media de la resistencia térmica del material, es un índice de la resistencia al flujo del calor a través de este material. Para el caso de edificaciones su construcción está constituida por muros, pisos y techos, es por ello que hablamos de un sistema constructivo.

Mientras mayor sea el valor R de un material, mayor será la resistencia al flujo del calor (expresado en Kw/Hora) y, consecuentemente mejor será el aislamiento.

- Resistencia Estructural: Los paneles SIP poseen características estructurales y antisísmicas que permiten construcciones de más de 2 pisos. Los materiales que lo conforman permiten absorber y difuminar las energías generadas por las ondas sísmicas, incorporando seguridad en dichas edificaciones.

El panel SIP básico ha sido diseñado para soportar requerimientos exigentes en el aspecto estructural, impuestos por cargas axiales y laterales combinadas, producto de acumulación de elementos como la nieve en las cubiertas, en conjunto con cargas de vientos fuertes.

- Duración: El panel SIP puede ser instalado en cualquier clima y en cualquier época del año. También debe considerar la capacidad de aislación térmica de tal manera de lograr optimizar su empleo en zonas con variaciones significativas de temperaturas a través del año.
- Control de Materiales y Residuos de Obra: Los paneles SIP al estar prefabricados permiten un control absoluto de los materiales evitando pérdidas y robos, aportando a mantener la limpieza del lugar.
- Versatilidad de usos: Los paneles SIP pueden usarse fácilmente como un panel de pared acabado, utilizando el lado liso de la placa MgO como un muro terminado o como base para pisos o lado con textura para pisos de cerámica y similares. También pueden ser usados como paneles para techumbres.

Cuando se utiliza como panel base de piso se recomienda usar pegamento o látex cemento para adherir el revestimiento sobre la placa.

3.2.1 Mano de obra

El sistema constructivo es simple y fácil de instalar empleando muy poco personal, el cual debe seguir una guía básica de instrucciones. Es imperativo el cumplimiento riguroso de todos los procedimientos de instalación establecidos por cada fabricante y/o proveedor.

3.2.2 Elaboración de los paneles SIP con placas de óxido de magnesio.

Para este trabajo se fabricaron paneles SIP con placas de MGO de espesores de 9 y 11mm. En total se fabricaron cinco paneles como especímenes para las pruebas de laboratorio, de los cuales dos son de medidas 1,00m de largo x 1,00m de alto por 10cm de espesor, dos de medidas 1,20m de largo x 1,20m de alto por 10cm de espesor y finalmente uno de 1,00m de largo x 2,00m de alto por 10cm de espesor.

3.2.3 Herramientas a usarse

Para realizar este trabajo se utilizaron las siguientes herramientas:

- Atornilladores con tope
- Cierra circular de mano
- Estilete
- Martillo de caucho
- Escuadra
- Dos prensas de barra de 4"
- Llana base para lija
- Espátulas
- Llana lisa para toma de juntas
- Cuerda de Tiza
- Nivel
- Extensiones eléctricas



Ilustración 9: Proceso constructivo de obra con paneles con placa de óxido de magnesio.

Fuente: Internet.

CAPITULO 4

4 DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1 Elaboración del sistema de mampostería tradicional para pruebas

4.1.1 Preparación del mortero

En la elaboración del mortero para las paredes que se realizaron en este trabajo se utilizó el prefabricado tanto para pegar bloques como para el revestimiento. Cabe recalcar que se realizó paredes con bloques de base cemento y de arcilla, por lo tanto los morteros que se utilizaron fueron exclusivamente para cada material ya que deben cumplir sus propiedades.

Para los morteros prefabricados solo se los añade al agua limpia y se mezcla hasta obtener un mortero plástico y homogéneo.



Ilustración 10: Elaboración de la mezcla del mortero.

Fuente: Autor.

4.1.2 Procedimiento de la elaboración de la mampostería tradicional

En este trabajo se realizó paredes con bloques de hormigón simple y de arcilla, en total seis paredes de las cuales cuatro son de medidas 1,20m de largo x 1,20m de alto y dos de 1,00m de largo x 2,00m de alto.

Se tomó en cuenta que las paredes serian móviles, ya que deben ser trasladadas al lugar donde fueron ensayadas; por ende se buscó un lugar aislado cerca del laboratorio donde estén protegidas.

Para comenzar a levantar cada pared se inició añadiendo agua limpia al mortero de pega prefabricado y se mezcló hasta obtener un mortero plástico y homogéneo, para proceder a la instalación se establece una guía en la cual se va a elaborar la pared sobre una base de plástico para que se pueda trasladar, se extiende una capa uniforme del mortero de pega en la base para que de esta forma sirva al mover las paredes y se asienta bloque por bloque sobre dicha capa uniforme, cada bloque debe tener mortero de pega entre 1,00cm a 1,50cm de espesor, en cada junta vertical antes de instalarlo, se presiona cada bloque hacia al costado y abajo, una vez pegado cada bloque se retira el exceso existente de mortero y constantemente se verifica el alineamiento de la pared. Luego de colocar cada bloque con el mortero a las medidas requerida de cada pared se espera 24 horas para humedecer y de ahí enlucir las paredes con un espesor de 1,50cm chequeando que quede bien alineado, finalmente se esperó hasta que se endurezca para darle el acabado con la regleta de aluminio y el respectivo paleteado de la misma manera se saca los filos.



Ilustración 11: Elaboración de los especímenes de mampostería tradicional, pegada de bloques.

Fuente: Autor.



Ilustración 12: Elaboración de los especímenes de mampostería tradicional, enlucido.

Fuente: Autor.



Ilustración 13: Elaboración de los especímenes de mampostería tradicional, acabado.

Fuente: Autor.

4.1.3 Traslado de las paredes

Para el traslado se procedió deslizando las paredes sobre tubos metálicos hasta donde está colocado el teque que tiene una capacidad de 3 toneladas del laboratorio, una vez en el punto utilizando unas bandas de amarre para que en el traslado las paredes queden inmóviles se las izó y deslizaron para aplicar los ensayos requeridos.



Ilustración 14: Traslado de los especímenes al pórtico de ensayos.

Fuente: Autor.



Ilustración 15: Montaje del espécimen para realizar los ensayos.

Fuente: Autor.

4.2 Elaboración del Sistema de Paneles SIP con placas de Óxido de Magnesio

Para la fabricación de los paneles SIP con placas MGO se utilizaron los siguientes materiales:

- Placas de mineral compuesto MgO en espesores de 9mm y de 11mm.
- Bloque de EPS de 8cm de espesor para uso en construcción. Tornillos como dispositivos de anclaje de 6x1”.
- Adhesivo para pegar el bloque de EPS a las placas de MGO.

No se proporcionaron mayores detalles debido a que esta información está protegida por la cláusula de confidencialidad del convenio firmado entre las partes, que respeta el secreto empresarial y/o los derechos de Propiedad Intelectual de la empresa que facilitó los especímenes para las pruebas de laboratorio.

4.2.1 Procedimiento de fabricación de los paneles SIP con placas de óxido de magnesio.

El procedimiento de fabricación de los paneles SIP no fue proporcionado, debido a que esta información está protegida por la cláusula de confidencialidad del convenio firmado entre las partes, que respeta el secreto empresarial y/o los derechos de Propiedad Intelectual de la empresa que facilitó los especímenes para las pruebas de laboratorio.

Para este trabajo se tomó en cuenta las medidas proporcionadas por el personal técnico del laboratorio de la Universidad, las cuales fueron las siguientes:

- Compresión pura: de 1,00m de largo x 1,00m de alto por 10cm de espesor.
- Compresión diagonal: de 1,20m de largo x 1,20m de alto por 10cm de espesor.

- Prueba de impacto: de 1,00m de largo x 2,00m de alto por 10cm de espesor.

Estas medidas deben ser respetadas para que se puedan realizar las pruebas programadas en este laboratorio. Los paneles deben ser de un tamaño y medidas que permitan su manipulación y traslado, ya que deben ser ubicadas en el lugar donde fueron realizados los ensayos.

4.2.2 Traslado de los paneles SIP con placas de óxido de magnesio.

Cabe destacar que estos paneles usados como especímenes para este trabajo, presentaban pesos totales de entre 30 (los más pequeños) a 50Kg. (el más grande).

Para el traslado de los paneles SIP con placas de MgO hasta ubicarlos en el sitio de las pruebas dentro del laboratorio, se requirió de dos personas, quienes debido a su bajo peso, con suma facilidad pudieron manipular estos especímenes.



Ilustración 16: Traslado del espécimen para realizar el ensayo de resistencia al impacto.

Fuente: Autor.

4.3 Ensayos de resistencia

Luego de haber elaborado las paredes de mampostería tradicional con los dos tipos unidad de mampostería como los bloques de hormigón simple y de arcilla, curados los especímenes y de haber es pasado los 28 días se proceden a ensayar los especímenes por resistencia a compresión diagonal y a impacto.

Para realizar estos ensayos los especímenes son trasladados mediante un tecele para finalmente ubicarlo en el pórtico de pruebas.

NOMECLATURA	MATERIAL	DIMENSIONES (m)	ENSAYO A REALIZAR
H1	Hormigón simple	1,2 x 1,2	Compresión diagonal
H2	Hormigón simple	1,2 x 1,2	Compresión diagonal
H3	Hormigón simple	1 x 2	Resistencia a impacto
A1	Arcilla	1,2 x 1,2	Compresión diagonal
A2	Arcilla	1,2 x 1,2	Compresión diagonal
A3	Arcilla	1 x 2	Resistencia al impacto
M1	Óxido de magnesio	1,2 x 1,2	Compresión diagonal
M2	Óxido de magnesio	1,2 x 1,2	Compresión diagonal
M3	Óxido de magnesio	1,2 x 1,2	Compresión diagonal
M4	Óxido de magnesio	1 x 1	Compresión simple
M5	Óxido de magnesio	1 x 2	Resistencia al impacto

Tabla 1: Nomenclaturas de los especímenes para ensayos.

Fuente: Autor.

NOMECLATURA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO
H1	14/01/2019	11/02/2019
H2	14/01/2019	11/02/2019
H3	17/01/2019	14/02/2019
A1	15/01/2019	12/02/2019
A2	15/01/2019	12/02/2019
A3	17/01/2019	14/02/2019
M1		13/02/2019
M2		13/02/2019
M3		13/02/2019
M4		13/02/2019
M5		14/02/2019

Tabla 2: Fecha de elaboración y de ensayo de los especímenes.

Fuente: Autor.

Los ensayos que se emplearon con el fin de conocer las propiedades de los materiales y su resistencia a diferentes sometimientos son los siguientes:

- Resistencia a compresión simple.
- Resistencia a compresión diagonal.
- Resistencia al impacto.

4.3.1 Resistencia a compresión simple

Para realizar este ensayo, se utilizó el espécimen del panel con placa de óxido de magnesio de dimensiones de 1.00m de largo x 1.00m de alto y de espesor de 10 cm. Se colocó el espécimen en el pórtico de ensayos con placas de acero en la parte superior e inferior para distribuir uniformemente la carga que se ejerce desde el gato hidráulico de 50 toneladas.

Para el cálculo del esfuerzo a compresión se utilizó la fórmula:

$$Cm = \frac{P}{An}$$

Ecuación 1: Esfuerzo a compresión.

$$An = t \times L$$

Ecuación 2: Área neta.

Donde:

Cm: es el esfuerzo a compresión diagonal.

P: carga aplicada por el gato hidráulico de 50 toneladas.

An: área bruta, el área donde se aplicó uniformemente la carga.

t: es el espesor del espécimen.

L: es el promedio del largo de las caras.

4.3.1.1 Equipo y herramientas

Pórtico: se usó como marco rígido para montar los dispositivos requeridos.

Sistema hidráulico: Se utilizó para aplicar la carga y el gato hidráulico de 50 toneladas.

Placas de acero: se colocaron en la parte superior e inferior del espécimen para distribuir uniformemente la carga.

Flexómetro: para tomar las medidas.

Nivel de burbuja: para verificar si el plano es horizontal.



Ilustración 17: Sistema hidráulico de 50 Ton.

Fuente: Autor.

4.3.1.2 Tipos de falla por compresión simple

Las que fallas que se presentan al someter especímenes a ensayos de compresión pueden ser por aplastamiento que se produce por los esfuerzos axiales, agrietamiento vertical por las deformaciones transversales.

4.3.1.3 Resultado del ensayo

Se realizó el ensayo a compresión al panel con placa de óxido de magnesio, al principio se utilizó el sistema hidráulico de 15 toneladas y se sometió

hasta la máxima carga, al ver que el espécimen resistió a toda la carga se utilizó el gato de 25 toneladas e igual se sometió hasta la máxima carga y de igual forma resistió toda la carga que este gato rendía hasta que finalmente con el gato de 50 toneladas el espécimen llegó al fallo con una carga máxima de 23302.75 kgf dando como esfuerzo a compresión 19.42 kgf/cm².



Ilustración 18: Especimen montado para realizar ensayo a compresión simple.

Fuente: Autor.



Ilustración 19: Espécimen luego de haber aplicado la máxima carga.

Fuente: Autor.



Ilustración 20: Espécimen de panel con placa de óxido de magnesio luego de ser sometido a compresión, falla por aplastamiento.

Fuente: Autor.

4.3.2 Resistencia a compresión diagonal

El ensayo de resistencia a la compresión diagonal se lo realiza con el fin de obtener la resistencia a tensión diagonal relacionada a la falla de cortante.

Para realizar este ensayo, se utilizó los especímenes respectivos de dimensiones de 1.2m x 1.2m, este ensayo se caracteriza por su forma de colocar la pared a un ángulo de 45° de forma romboidal, ya que de esta forma provocar esfuerzos cortantes a la mampostería, se colocan dos cabezales metálicos en las esquinas tanto inferior como superior suficientemente rígidos para aplicar una carga de forma uniforme, la longitud de apoyo debe ser igual a $L/6 \pm 5\%$, en esta placa superior es donde se aplica una carga mediante el gato hidráulico.

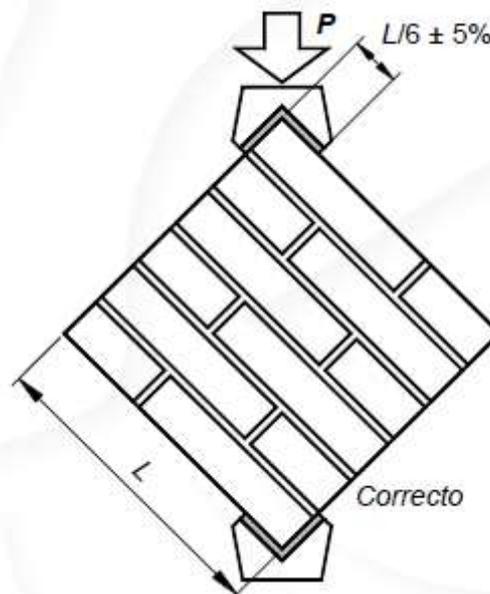


Ilustración 21: Forma de montaje para la determinación de la resistencia a compresión diagonal.

Fuente: (SMIE, 2010).

Según la norma mexicana, la resistencia a compresión diagonal está definida por la relación entre la carga máxima que soporta el espécimen con el área bruta de la diagonal.

Para el cálculo del esfuerzo a la compresión diagonal se utilizó la fórmula:

$$V_m = \frac{P}{A_n}$$

Ecuación 3: Esfuerzo a la compresión diagonal.

$$A_n = t \times L_c$$

Ecuación 4: Área neta.

Donde:

- V_m : es el esfuerzo a la compresión diagonal
- P : es la carga máxima que soporta el espécimen
- A_n : es el área bruta de la diagonal que es el espesor (t) del espécimen por la longitud diagonal (L_c).

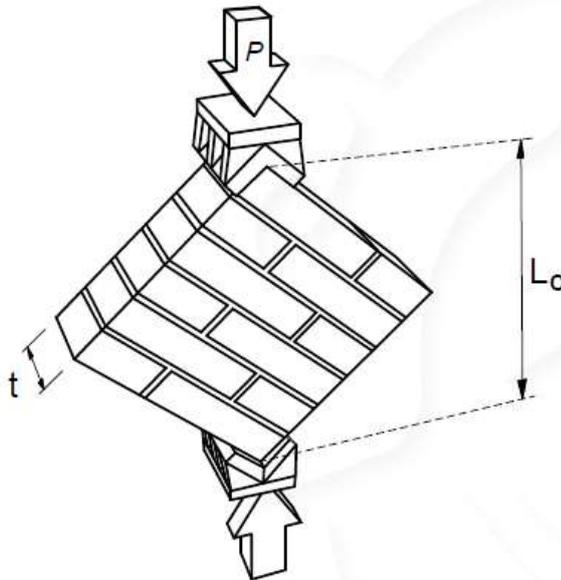


Ilustración 22: Nomenclatura de la ecuación.

Fuente: (SMIE, 2010).

4.3.2.1 Tipos de falla

Los tipos de falla al someter especímenes al ensayo de compresión diagonal pueden ser de falla por tensión diagonal que se produce un agrietamiento diagonal de trayectoria es recta o si es en las juntas la trayectoria es escalonada, también pueden ocurrir falla de cortante que se debe a la adherencia de las juntas con el desprendimiento de una junta horizontal, o la falla puede ser mixta una combinación entre la falla cortante y la falla de tensión diagonal, además también existe la falla por aplastamiento de las esquinas que no se admite el ensayo.

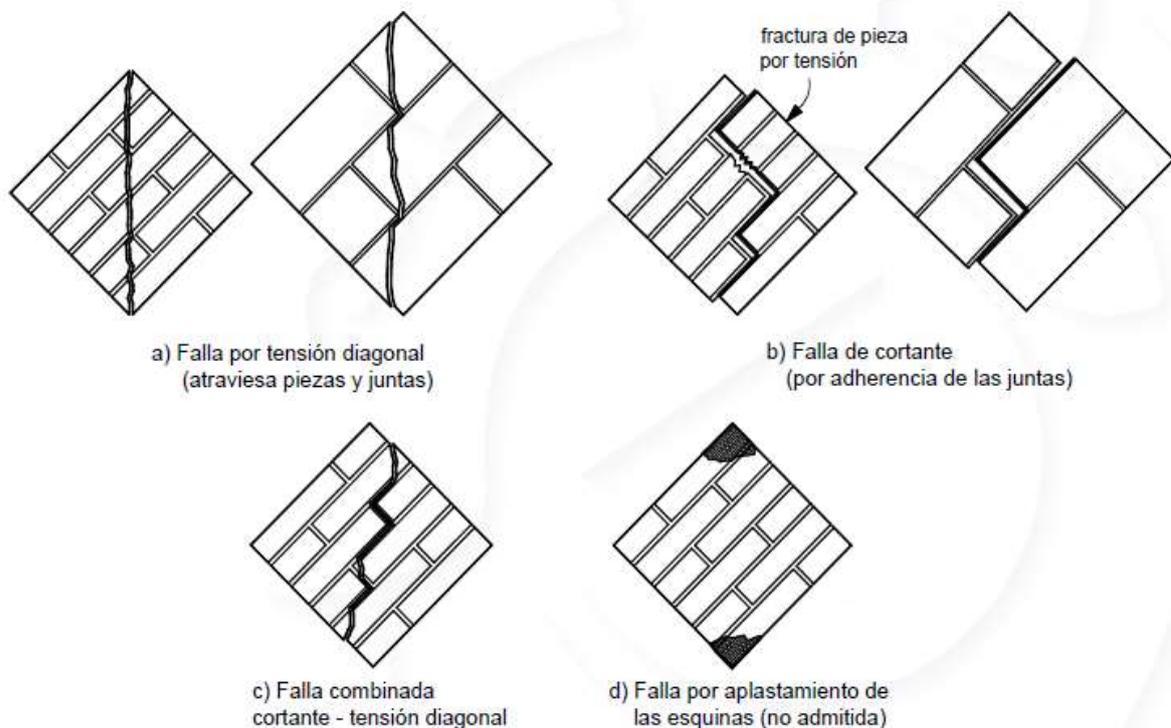


Ilustración 23: Tipos de falla a compresión diagonal.

Fuente: (SMIE, 2010).

4.3.2.2 Equipo y herramientas

Sistema hidráulico: el gato hidráulico debe tener rigidez al transmitir los esfuerzos y ser de superficie lisa y plana. Para este trabajo se utilizó el de 15 toneladas.

Flexómetro: para tomar las medidas.

Cabezales metálicos: bases de acero para aplicar la carga y de apoyo.

Nivel de burbuja: para revisar si el plano es horizontal.

Pórtico: se utilizó para apoyar el espécimen.



Ilustración 24: Sistema hidráulico utilizado para los ensayos de compresión diagonal.

Fuente: Autor.



Ilustración 25: Sistema hidráulico de 15ton.

Fuente: Autor.

4.3.2.3 Resultados del ensayo

Los resultados del ensayo de resistencia a compresión diagonal correspondientes a los especímenes de los sistemas tratados.

NOMECLATURA	CARGA LEIDA (PSI)	CARGA CALIBRACIÓN (kN)	CARGA (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm ²)
H1	6900	95,6	9745,16	4,78
H2	7200	99,8	10173,29	4,99
A1	4900	67,6	6890,93	3,38
A2	5200	71,8	7319,06	3,59
M1	1800	24,2	2466,87	1,45
M2	1900	25,6	2609,58	1,54
M3	3500	48	4892,97	2,88

Tabla 3: Valores del ensayo de resistencia a compresión diagonal de los especímenes.

Fuente: Autor.



Ilustración 26: Especimen con bloques de hormigón, sometido a carga máxima que resiste.

Fuente: Autor.



Ilustración 27: Espécimen con bloques de arcilla, sometido a la carga máxima que resiste.

Fuente: Autor.



Ilustración 28: Espécimen de panel con placas de óxido de magnesio, sometido a la carga máxima que resiste.

Fuente: Autor.



Ilustración 29: Espécimen de panel con placa de óxido de magnesio al ser sometido a compresión diagonal, falla por aplastamiento.

Fuente: Autor.



Ilustración 30: Espécimen de panel con placa de óxido de magnesio, falla en las esquinas.

Fuente: Autor.

4.3.3 Resistencia al impacto

Para llevar a cabo este ensayo, se utilizó los especímenes respectivos de dimensiones de 1m de ancho x 2m de alto que debe resistir un impacto por una masa de 50kg la cual es suspendida desde una altura de 2,20m con un ángulo de 45° manteniendo la integridad estructural sin separaciones en ambas caras del espécimen además de una deflexión instantánea que no debe ser mayor a 10mm al impacto, recuperando su deformación al 100%.

4.3.3.1 Equipos y herramientas que se usaron

- Pórtico de acero para apoyar los especímenes en los extremos tanto superior como inferior.
- Masa de impacto de 50kg, compuesto por un material resistente relleno de municiones de plomo de 2,4mm de diámetro.
- Deformímetro, equipo para medir la deflexión máxima de 2,5 cm.



Ilustración 31: Equipo del deformímetro utilizado para el ensayo de resistencia al impacto.

Fuente: Autor.



Ilustración 32: Montaje de ensayo de resistencia al impacto.

Fuente: Autor.

4.3.3.2 Resultados del ensayo

Al realizar este ensayo en los tres tipos de especímenes, se obtuvo que los especímenes correspondientes a la mampostería tradicional con los bloques de hormigón simple y de arcilla al tener el impacto estos colapsaron mientras que el espécimen del panel con placa de óxido de magnesio tuvo una deformación de 1.8 cm e instantáneamente recuperó su forma original.

NOMECLATURA	LECTURA DEFORMIMETRO
H3	>2.5 cm
A3	>2,5 cm
M5	1.8 cm

Tabla 4: Valores del ensayo de resistencia al impacto de los especímenes.

Fuente: Autor.



Ilustración 33: Montaje de los especímenes.

Fuente: Autor.

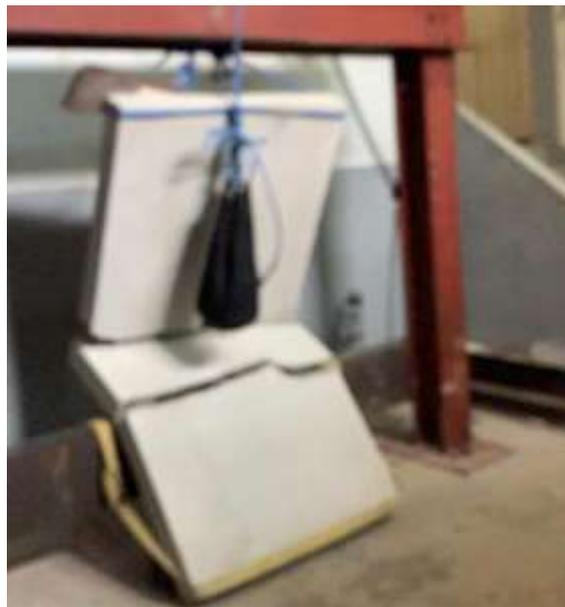


Ilustración 34: Momento del impacto al espécimen con bloques de hormigón.

Fuente: Autor.



Ilustración 35: Momento del impacto al espécimen con bloques de arcilla.

Fuente: Autor.



Ilustración 36: Momento del impacto al espécimen de panel con placa de óxido de magnesio.

Fuente: Autor.

CAPITULO 5

5 ANALISIS COMPARATIVO

5.1 Análisis comparativo en la metodología constructiva entre los paneles de óxido de magnesio y la mampostería tradicional

La mampostería tradicional es un sistema en la construcción que se ha utilizado durante siglos. A lo largo de este tiempo se han desarrollado múltiples avances en la tecnología de la construcción, producto de las investigaciones, las que dan como resultado nuevos sistemas que cumplen las mismas funciones que la mampostería tradicional e inclusive algunas pueden llegar a ser mejores.

En cada sistema se utilizan materiales muy diferentes, como en el caso de la mampostería tradicional que se caracteriza por tener las unidades (bloques) y el mortero, a diferencia de los paneles con placa de óxido de magnesio que es un producto prefabricado, el mismo que se compone de materiales como el núcleo y de las placas de óxido de magnesio en ambas caras. Estos materiales aportan propiedades beneficiosas a cada sistema, considerando también la calidad del material y la seriedad del fabricante, donde se puede diferenciar la calidad y rendimiento.

En la construcción, ambos sistemas inician con la revisión de planos del diseño arquitectónico, estructural, eléctrico e hidrosanitario para poder tener las tolerancias dimensionales. Y para realizar la mampostería tradicional se utiliza personal para pegar bloques y darle el acabado del enlucido mientras que en el sistema de paneles con placa de óxido de magnesio al ser un producto prefabricado solo se necesita de instalarlo y conectar en las juntas. Cabe recalcar que los paneles con placa de óxido de magnesio se ajustan a todo requerimiento que necesite la obra, es decir al momento de fabricar el panel, se incorporan en ellos los requerimientos de las instalaciones eléctricas y sanitarias o también en cuanto a las medidas, sin embargo estas adecuaciones deben ser realizadas previas a las instalaciones de los

paneles dado que posterior a la instalación se requiere de personal especializado o con experiencia ya que pueden afectar la estructura interna del panel.

La mano de obra utilizada en cada sistema requiere de ciertos conocimientos en cuanto a los materiales y la unión de los mismos por las propiedades tanto físicas como mecánicas.

Actualmente, es importante recalcar que en el país no se ha tenido en cuenta nuevas tecnologías constructivas para elaborar paredes. Además hay que resaltar que las personas solo están acostumbradas al uso de mampostería tradicional, por lo que se genera cierta desconfianza en utilizar otros tipos de materiales que pueden llegar a tener mejores beneficios. Sobre estos antecedentes, la elección entre un sistema y otro es muy difícil por la falta de información adecuada, por lo que esta investigación que se realizó, ayuda a que podamos conocer y comparar de manera confiable en cuanto al comportamiento teórico que tendría este nuevo material y sistema constructivo, al tiempo de los trabajos para construir cada pared, criterios que son muy importantes, ya que ayudan a determinar el costo y aportar de esta manera a la toma de una decisión correcta.

5.2 Análisis de los ensayos técnicos aplicados entre los paneles de óxido de magnesio y la mampostería tradicional

Los especímenes de panel con placa de óxido de magnesio que se utilizaron para la compresión diagonal fueron tres, los que presentaban diferencias en el espesor de la placa de MgO, las que fueron de 3mm, 9mm y de 11mm, siendo el panel con la placa con mayor espesor el que obtuvo la mayor resistencia a la compresión diagonal presentando falla por aplastamiento. De otra parte, los especímenes de mampostería tradicional con bloques de hormigón tuvieron la resistencia a compresión diagonal más alta, presentando una falla por tensión diagonal, dando a notar con esto que la falla atravesó las unidades de mampostería y las juntas. Por otra parte, con la mampostería tradicional con bloques de arcilla se obtuvo una resistencia a compresión diagonal aceptable, presentando una falla por tensión diagonal

mayor que los especímenes de paneles de óxido de magnesio. Dicho esto, se pudo apreciar que, a pesar de haber utilizado un mortero especial prefabricado para el pegado y enlucido de bloques de arcilla, estos no tuvieron una adherencia adecuada, ya que se presentaron desprendimientos mayores al momento de la rotura.

Se realizó el ensayo a compresión simple a un espécimen de panel con placa de óxido de magnesio, obteniendo un resultado relativamente alto, ya que fue necesario utilizar un gato hidráulico de 50 Ton para la prueba, presentando una falla por aplastamiento.

En el ensayo de resistencia al impacto, los especímenes de mampostería tradicional al ser sometidos al impacto de una masa de 50 kg, estas fallaron inmediatamente rompiéndose en pedazos, demostrando una falla frágil. Mientras que, en el caso de los paneles de placa de óxido de magnesio, el impacto solo logró deformar el panel, pero este se recuperó instantáneamente.

		RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL (kgf/cm ²)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kgf/cm ²)	RESISTENCIA AL IMPACTO (cm)	
BLOQUE DE HORMIGÓN SIMPLE	H1	4,78			
	H2	4,99			
	H3				>2.5
BLOQUE DE ARCILLA	A1	3,38			
	A2	3,59			
	A3				
PLACA DE ÓXIDO DE MAGNESIO	M1	1,45			
	M2	1,54			
	M3	2,88			
	M4			19,42	
	M5				

Tabla 5: Valores de resistencia en los ensayos.

Fuente: Autor.

5.3 Análisis de costos entre los paneles de óxido de magnesio y la mampostería tradicional

Se realizó un análisis de costos por metro cuadrado entre los sistemas de mampostería tradicional y los paneles SIP con placa de óxido de magnesio, contando con los costos directos e indirectos.

El análisis en la mampostería tradicional se realizó para dos formas cuando se requiere o no refuerzos como pilaretes y viguetas. En el sistema de los paneles SIP con placa de óxido de magnesio la empresa fabricante ofrece varios espesores como de 5, 7 y 10 centímetros.

El análisis de precios unitarios se los puede encontrar en los anexos.

Uno de los factores importantes de destacar para los costos, es la mano de obra ya que el proceso de la construcción con mampostería tradicional requiere de más tiempo que el de paneles SIP con placa de óxido de magnesio. Aproximadamente con una cuadrilla de dos albañiles y dos peones realizan apenas 0.50m^2 por hora mientras que el otro sistema se instalan cuatro paneles por hora que equivalen a 12m^2 .

TIPO DE MAMPOSTERÍA	DESCRIPCIÓN	PRECIO x m ²
Mampostería Tradicional	Sin refuerzos	\$ 29,24
	Con refuerzos	\$ 39,75
Paneles con placa de óxido de magnesio	e= 5cm	\$22-24
	e= 7cm	\$26-28
	e= 10cm	\$36-38

Ilustración 37: Precio por metro cuadrado en ambos sistemas.

Fuente: Autor.

CAPITULO 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Uno de los factores notables al momento de comparar ambos sistemas, es el tiempo de ejecución ya que uno de ellos es prefabricado y el otro requiere de su construcción en obra. Por medio del análisis de costos realizados se observó que en una hora al construir con el sistema de paneles SIP con placas de óxido de magnesio es 24 veces más rápido que al construir con el sistema tradicional.

Los paneles SIP con placa de óxido de magnesio al ser un elemento prefabricado es más fácil de verificar la calidad del panel que en el caso de la mampostería tradicional que se puede ver afectado por un sin número de factores, como la dosificación del mortero o que la unidad de mampostería haya sido manipulado de forma incorrecta.

En referencia a los costos, se puede notar que los precios en ambos sistemas son similares. Esto quiere decir que por el mismo precio se pueden obtener algunos beneficios adicionales al momento de decidir utilizar paneles con placa de óxido de magnesio, como son la resistencia al impacto, resistencia a compresión, aislamiento térmico y acústico, al poder contar con una edificación lista en menor tiempo, ahorro en los costos de cimentación y estructuras ya que su menor peso permiten diseños estructurales de menor requerimiento en estructuras y por ende menos costosos.

Luego de un análisis de los ensayos realizados, se puede apreciar una gran diferencia entre la falla a compresión diagonal hecha entre la mampostería tradicional usando bloques de hormigón simple y los bloques de arcilla versus la mampostería hecha de paneles con placa de óxido de magnesio.

Mediante los ensayos a los especímenes anteriormente descritos, se pudo observar que los de mampostería tradicional tuvieron una falla frágil versus los de paneles con placa de MgO, que presentaron una falla dúctil. Desde el punto de vista estructural es inaceptable una falla frágil, ya que esta no avisa antes de ocurrir y, ante el caso de un movimiento sísmico, si bien no falla la estructura sobre la que está colocada la mampostería, puede causar daños colaterales por el desprendimiento de estos elementos, al terminar cayendo sobre las personas.

Desde el punto de vista estructural, existen las llamadas derivas entre pisos, que son las deformaciones máximas relativas de piso a piso. Lo que establece la norma ecuatoriana de la construcción, es que las derivas no excedan un límite máximo, para que no ocurran daños en los elementos no estructurales como son las mamposterías. Sobre la base de esta investigación, se puede determinar que, en el caso de que ocurran las deformaciones que superen el límite permitido por la estructura, en el caso de la mampostería tradicional esta presentaría una falla frágil, mientras que los paneles con placa de MgO presentarían una falla dúctil. Cabe destacar que además se diferencian mucho en el peso, ya que el poco peso de los paneles con placa de MgO permite aliviar la carga muerta que debe soportar la estructura de la edificación, ya que en esta investigación se comprobó que estos especímenes pesaron un 80% menos que los de mampostería tradicional. Este factor de menor peso hace que la fuerza sísmica que es una fuerza inercial disminuya, por lo tanto un edificio hecho con mampostería tradicional va a ser mucho más pesado que un edificio hecho con mampostería liviana. Además este factor de menor peso permite el diseño estructural con una cimentación y estructuras más económicas, debido a que las cargas serán menores y la fuerza sísmica va a ser menor, ya que la fuerza sísmica depende de la masa de la estructura y de la aceleración de la roca, entonces al tener un peso menor la fuerza sísmica será menor y necesitaremos menos secciones de elementos, lo cual resulta ser muy satisfactorio desde el punto de vista arquitectónico y económico. También hay que considerar que estamos en una zona de alto riesgo sísmico, por lo que siempre se está en busca de estructuras livianas.

Según los ensayos a compresión y corte, se pudo notar que si bien la mampostería de paneles con placa de óxido de magnesio no se la considera como estructural, es decir como muro portante, si tiene una capacidad estructural adecuada, la cual va a ayudar a la estructura de la edificación, ya que presenta una resistencia a la compresión aceptable. Sobre esta base podemos concluir que, en el momento en que la viga quiera flexar, esta pared de paneles con placa de óxido de magnesio la va a ayudar a sostenerse y, a la vez va a absorber parte de los esfuerzos. Con la resistencia a corte determinada en los ensayos, podemos decir que esta pared de paneles con placa de óxido de magnesio va a ayudar a que el edificio tenga menores deformaciones.

Mampostería Tradicional	Paneles con placa de óxido de magnesio
Se pueden utilizar tanto en estructuras pequeñas como en superestructuras.	
Estructuras duraderas	
Mayor tiempo de ejecución	Menor tiempo de ejecución
Genera desperdicios	No genera desperdicios
Se requiere mayor número de personal	No requiere de tanto personal
Mayor peso	Menor peso
Se permiten modificaciones posteriores	
Requiere refuerzo para grandes luces	Permite construir con luces grandes
Baja resistencia al impacto	Alta resistencia al impacto
Bajo nivel de aislamiento termoacústico	Alto nivel de aislante termoacústico

Tabla 6: Diferencia entre los dos sistemas.

Fuente: Autor.

6.2 Recomendaciones

A pesar de que se mantendrá por mucho tiempo más, la forma tradicional de construir paredes, es importante que todos los involucrados en los sectores del diseño y construcción, atiendan todos los aspectos analizados en este trabajo investigativo y puedan plantear otras alternativas como la placa de óxido de magnesio.

Se recomienda el uso de mampostería alivianada ya que debido a su bajo peso, contribuirá a lograr un diseño estructural más eficiente, permitiendo el objetivo final de tener edificaciones mucho menos pesadas, ya que el objetivo es disminuir la fuerza sísmica, a mayor masa - mayor fuerza sísmica, a mayor fuerza sísmica - mayor deformación y a mayor deformación - mayor daño.

Adicionalmente en los ensayos se determinó que presenta una falla dúctil y resiste fuertes impactos, lo que la convierte en un elemento no estructural confiable porque garantiza que no colapsará y por ende, no causara daños colaterales a las personas o muertes en interiores y sobre todo en exteriores.

Se recomienda continuar con investigaciones de estos paneles o similares y dar a conocer al público en general, para de esta manera adquirir confianza en el uso de los mismos.

7 REFERENCIAS

- Alcívar Bastidas, S. (2010). Durabilidad de paredes de mampostería enlucida con mortero reforzado con fibras vegetales - Primera etapa. Ecuador.
- Alfadomus. (s.f.). *Allbiz*. Obtenido de <https://ec.all.biz/bloques-de-pared-y-losa-g6600>
- Cujia, L. (s.f.). *Prezi - Bloques de arcilla*. Obtenido de <https://prezi.com/ympd28xuqihc/bloques-de-arcilla/>
- dcnetwork. (19 de enero de 2018). *dcnetwork*. Obtenido de http://dcnetwork.com.mx/rec/Mamp/Wiki/Historia_de_la_Mamposter%C3%ADa.html
- Espinoza, J. J. (Marzo de 2017). Elaboración de un manual del proceso constructivo de mampostería en nicaragua. *Elaboración de un manual del proceso constructivo de mampostería en nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- Ing. Walter Mera Ortiz, P. (s.f.). Comportamiento sísmico de paredes de mampostería con refuerzo artificial y natura no-metálico. *Comportamiento sísmico de paredes de mampostería con refuerzo artificial y natura no-metálico*. Guayaquil, Ecuador.
- León, C. (2019). Análisis de resultados. (V. Fuentes, Entrevistador)
- Mehling, I. (31 de 08 de 2010). *wikimedia*. Obtenido de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15676017>
- Mora, A. (2019). Mampostería estructural. (V. Fuentes, Entrevistador)
- Pérez, M. (s.f.). *imcyc*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/cyt/marzo04/alternativa.htm>
- Prefabricados. (s.f.). *Prefabricados vial y construcciones*. Obtenido de <http://www.prefabricadosvial.com/bloques-de-hormigon-2/>

Rivera, J. (22 de septiembre de 2013). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/jefriv/mampostería>

Rizone, A. (2019). Paneles SIP con placa de óxido de magnesio. (V. Fuentes, Entrevistador)

SMIE. (2010). Ensaye de muretes y pilas. *NMX-C-464-ONNCCE-2010*. Mexico.

Stevage. (12 de enero de 2009). *wikimedia*. Obtenido de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5830988>

8 ANEXOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: TIPO _____
 RUBRO: PAREDES DE BLOQUE DE HORMIGÓN (9X19X39 CMS) _____

HOJA: 1/3 _____
 UNIDAD: M2 _____

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA	0,20	\$ 4,01	\$ 0,80	0,45	\$ 0,36
ALBAÑIL	2	\$ 3,62	\$ 7,24	0,45	\$ 3,26
PEON	2	\$ 3,58	\$ 7,16	0,45	\$ 3,22
SUBTOTAL N					\$ 6,84
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
BLOQUE DE HORMIGÓN	u	13	\$ 0,45	\$ 5,85	
CEMENTO DE 50KG	saco	0,25	\$ 6,86	\$ 1,72	
ARENA CORRIENTE	m3	0,0255	\$ 14,00	\$ 0,36	
AGUA	m3	0,01	\$ 4,28	\$ 0,04	
CHICOTE	glb	1	\$ 0,75	\$ 0,75	
SUBTOTAL O					\$ 8,71
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 15,56
TOTAL COSTO INDIRECTO 20%					\$ 3,11
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 18,67

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: TIPO _____
 RUBRO: ENLUCIDO FINO _____

HOJA: 2/3
 UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
			\$ -		\$ -
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA	0,20	\$ 4,01	\$ 0,80	0,45	\$ 0,36
ALBAÑIL	2	\$ 3,62	\$ 7,24	0,45	\$ 3,26
PEON	2	\$ 3,58	\$ 7,16	0,45	\$ 3,22
SUBTOTAL N					\$ 6,84
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO DE 50KG	u	0,25	\$ 6,86	\$ 1,72	
ARENA FINA	m3	0,0255	\$ 15,00	\$ 0,38	
AGUA	m3	0,01	\$ 4,28	\$ 0,04	
SUBTOTAL O					\$ 2,14
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 8,98
TOTAL COSTO INDIRECTO 20%					\$ 1,80
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 10,78

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: TIPO _____
 RUBRO: PILARETE Y VIGUETA DE HORMIGÓN ARMADO (10X20 CMS) _____

HOJA: 3/3 _____
 UNIDAD: ML _____

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
CONCRETERA	1	\$ 4,50	\$ 4,50	0,10	\$ 0,45
SUBTOTAL M					\$ 0,45
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
MAESTRO DE OBRA	0,20	\$ 4,01	\$ 0,80	0,75	\$ 0,60
FIERRERO	1	\$ 3,62	\$ 3,62	0,75	\$ 2,72
CARPINTERO	1	\$ 3,63	\$ 3,63	0,75	\$ 2,72
PEON	2	\$ 3,58	\$ 7,16	0,75	\$ 5,37
SUBTOTAL N					\$ 11,41
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
TABLA	u	0,17	\$ 4,00	\$ 0,68	
CUARTON	u	0,17	\$ 3,50	\$ 0,60	
CLAVO 2 1/2	kg	0,12	\$ 0,95	\$ 0,11	
ACERO DE REFUERZO	kg	1,20	\$ 0,90	\$ 1,08	
CEMENTO DE 50KG	saco	0,16	\$ 6,86	\$ 1,10	
ARENA GRUESA	m3	0,014	\$ 15,00	\$ 0,21	
PIEDRA # 3/4	m3	0,0285	\$ 15,00	\$ 0,43	
AGUA	m3	0,01	\$ 4,28	\$ 0,04	
SUBTOTAL O					\$ 4,25
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 16,10
TOTAL COSTO INDIRECTO 20%					\$ 3,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 19,32



LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE GUAYAQUIL

CEINVES

CALIBRACION DE SISTEMA HIDRAULICO

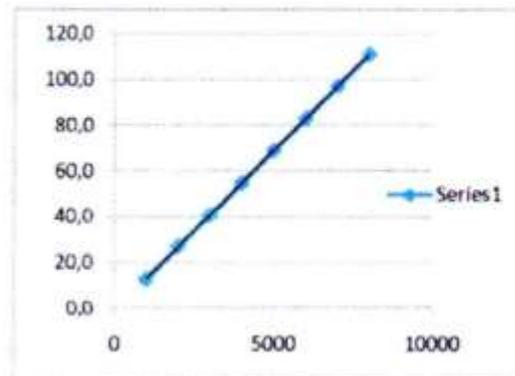
FECHA: 05-feb-18

SISTEMA: ENERPAC RC-156 / 15 Ton

LECTOR: Manómetro ENERPAC G4039L / 0 - 10000 psi
Sub. Div. 100 psi

EQUIPO DE CALIBRACION: Prensa CONTROLS C47L4 / Ser. No. 99102662
Cap. 2000 kN

CARGA LEIDA	CARGA REAL PROMEDIO
psi	kN
1000	12,9
2000	27,0
3000	40,8
4000	54,9
5000	68,8
6000	83,1
7000	97,0
8000	111,0



$$\text{CARGA REAL(kN)} = \text{LECTURA(psi)} \times 0.014 \cdot 1$$

VALIDEZ: Un (1) año



Centro de Investigaciones en
Ingeniería Estructural Simón Bolívar

Ing. **CEINVES**
Responsable Calibraciones
Lab Estructuras



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

CALIBRACION DE SISTEMA HIDRAULICO

FECHA: Agosto 07 de 2018

SISTEMA: POWER TEAM RSS502 Model B

LECTOR: Manómetro ENERPAC / 0 - 10000 psi x 100 psi
SN # MP002CG

EQUIPO DE CALIBRACION: Prensa CONTROLS C47L4 / Ser. No. 99102662
Cap. 2000 kN

CARGA LEIDA	CARGA REAL
	PROMEDIO
psi	kN
1000	38,4
2000	78,0
3000	117,9
4000	157,9
5000	198,7
6000	240,1
7000	280,7
8000	322,3

ECUACION DE CALIBRACION

$$\text{CARGA REAL(kN)} = \text{LECTURA(psi)} \times 0.04 - 3,4$$

VALIDEZ: Un (1) año

Ing. Fausto Bravo B.
Responsable Metrología
CEINVES

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Fuentes Ramírez, Víctor Gabriel**, con C.C: # **0921683744** autor/a del trabajo de titulación: **Análisis comparativo de sistemas constructivos y de costos entre los paneles innovadores de óxido de magnesio y mampostería tradicional de una edificación** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 22 de marzo de 2019

f. _____

Nombre: **Fuentes Ramírez, Víctor Gabriel**

C.C: **0921683744**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Análisis comparativo de sistemas constructivos y de costos entre los paneles innovadores de óxido de magnesio y mampostería tradicional de una edificación.		
AUTOR(ES)	Víctor Gabriel Fuentes Ramírez		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Marco Vinicio Suárez Rodríguez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	22 de marzo de 2019	No. PÁGINAS:	88
ÁREAS TEMÁTICAS:	Mampostería, Construcción, Ensayos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Mampostería, Paneles SIP, Óxido de magnesio, Paredes, Análisis, mortero		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>En este trabajo de titulación, se realizó una comparación entre la mampostería tradicional y los paneles con placa de óxido de magnesio. En el campo de la construcción siempre se busca innovar y buscar nuevos métodos que faciliten la construcción y que a la vez cumplan con todos los requerimientos o necesidades. Es por eso que los paneles con placa de óxido de magnesio se presentan como una alternativa viable para sustituir el sistema de mampostería tradicional. Para comprobar dicha viabilidad se hizo una comparación analizando la metodología de la construcción y costos entre ambos sistemas. Adicionalmente, se realizó los ensayos de resistencia a compresión simple, compresión diagonal y al impacto con los especímenes correspondientes a cada sistema. Los ensayos realizados demostraron que la mampostería tradicional presenta fallas frágiles mientras que los paneles con placa de óxido de magnesio presentan fallas dúctiles. Con respecto a la metodología del trabajo se demostraron beneficios en cuanto al tiempo de ejecución y también se encontró una diferencia notable en peso lo cual puede ser muy útil en una edificación.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593- 990757772	E-mail: victor.fuentes02@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4 -2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			