



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

**Desarrollo de paneles prefabricados para recubrimiento de estructuras
Steel Framing interior y exterior.**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTORA: Salazar Córdova, Viviana Jackeline

DIRECTOR: Sánchez Juárez, Aramis Azuri

LOJA – ECUADOR

2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Doctor.

Aramis Azuri Sánchez Juárez

DOCENTE DE LA TITULACION

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Desarrollo de paneles prefabricados para recubrimiento de estructuras "Steel Framing" interior y exterior realizado por Salazar Córdova Viviana Jackeline ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 02 de septiembre de 2019

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Viviana Jackeline Salazar Córdova declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Desarrollo de paneles prefabricados para recubrimiento de estructuras “Steel Framing” interior y exterior de la Titulación Ingeniería Industrial, siendo Aramis Azuri Sánchez Juárez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.
Autor: Salazar Córdova Viviana Jackeline
Cédula: 1105539207

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios, el cual siempre ha sido una guía espiritual para brindarme paciencia y perseverancia en el trayecto del mismo.

Mis padres, Guido Salazar y Sandra Córdova, quienes han sido un apoyo constante, como grandes profesionales me han brindado de sus conocimientos y apoyo inculcándome siempre de valores y persistencia para llegar a mi objetivo.

Mi hermana Erika por enseñarme que siempre se puede mientras se tenga vida y mi hermano pequeño Juan Sebastián que me ha permitido ver que aun realizando cosas grandes se puede jugar como un niño.

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi más sincero agradecimiento y admiración a todas aquellas personas que me ayudaron a llegar al objetivo de mi tesis, al Coordinador de carrera Mgtr. Juan Diego Febres Eguiguren, quien gracias a sus conocimientos como profesional ayudo durante el inicio de este, de manera muy especial y con un profundo agradecimiento a mi director Phd. Aramis Azuri Sánchez Juárez que desde ciclos muy tempranos confió en mí y me permitió participar en algunos otros proyectos de su área Físico Matemáticas. Al presidente de mi tribunal Ing. Javier Carrión y al primer vocal Ing. Mario Paguay que siempre estuvieron presentes en las reuniones y dando las mejores perspectivas para mejorar mi tesis, al Abogado Mario Iñiguez que estuvo dándome los mejores consejos y sobre todo ayuda en lo que más necesita, al Mgtr. Alain Chaveano ya que gracias a sus enseñanzas en el teatro me permitió expresarme y ser yo mismo, y por último amigos que con su aliento y ayuda siempre estuvieron para mí, con el fin de mejorar y corregir pequeños fallos en el trayecto de mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
(Nivel 1 Marco Teórico).....	6
1.1. Sistema de Construcción Steel Framming.....	7
Ventajas y Desventajas	11
1.3. Aplicaciones.....	12
1.4. Paneles	12
1.5. La industria en paneles prefabricados	14
1.6. Materiales para paneles prefabricados interior exterior.....	16
1.7. Proceso de producción de los paneles interior y exterior	17
1.8. Normatividad para la fabricación de los paneles interiores y exteriores	18
1.9. Costos de producción	19
(Nivel 2 Metodología de costos y propuesta de producción)	21
2.1. Procesamiento de la materia prima.....	22
2.2. Diseño experimental de fabricación	23
2.3. Técnicas de caracterización	25
2.4. Control de calidad	27
(Nivel 3 Resultados y Discusión)	29
3.1. Fabricación de paneles.	30
3.2. Caracterización de paneles	38
3.3. Absorción de agua de placa interior de yeso y placa exterior de cemento.....	58
3.4. Control de la calidad para paneles prefabricados interiores y exteriores	59
3.5. Propuesta de producción local de bajo costo de los dos tipos de panel.....	61

CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	74
LINKOGRAFÍA	77
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Balance de materias primas minerales sustancia	15
Tabla 2. Balance de materias primas sustancia yeso	15
Tabla 3. Precios de comercio exterior	20
Tabla 4. Experimento Panel Interior 1-4.....	24
Tabla 5. Experimento Panel Interior 5-14	24
Tabla 6. Experimento Panel Exterior 1-6	25
Tabla 7. Materiales de Paneles Interiores.....	30
Tabla 8. Experimento 1-4.....	31
Tabla 9. Experimento 5-7	32
Tabla 10. Experimento 8-11.....	33
Tabla 11. Experimento 12-14.....	34
Tabla 12. Materiales de Paneles Exteriores	34
Tabla 13. Experimento 1-3.....	36
Tabla 14. Experimento 4-6.....	38
Tabla 15. Resistencia a la flexión de paneles interiores	39
Tabla 16. Resultados de resistencia a la flexión de paneles interiores	39
Tabla 17. Resultados de Resistencia a la flexión del panel Gypsum.....	40
Tabla 18. Acústica ruido continuo	41
Tabla 19. Acústica ruido blanco	41
Tabla 20. Acústica ruido rosa	42
Tabla 21. Resistencia a la flexión de paneles exteriores.....	48
Tabla 22. Resultados de Resistencia a la flexión de paneles exteriores.....	49
Tabla 23. Acústica ruido continuo	50
Tabla 24. Acústica ruido blanco	50
Tabla 25. Acústica ruido rosa	51
Tabla 26. Ficha técnica de panel interior	60
Tabla 27. Ficha técnica de panel exterior	61
Tabla 28. Costos de materia prima-Paneles Interiores.....	62
Tabla 29. Costo de experimento Nro. 1	62
Tabla 30. Costo de experimento Nro. 3	63
Tabla 31. Costo experimento Nro. 7.....	64
Tabla 32. Costo experimento Nro. 13.....	65
Tabla 33. Costos de materia prima-Paneles Exteriores.....	65
Tabla 34. Costo de Experimento Nro. 2.....	66
Tabla 35. Costo Experimento Nro. 4.....	67
Tabla 36. Costo de experimento Nro. 6	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfiles con sus respectivas designaciones.....	8
Figura 2. Tornillos autoperforantes	9
Figura 3. Fijación con clavos y acero	9
Figura 4. Varillas Roscadas tipo J.....	10
Figura 5. Ensayo de Flexión	25
Figura 6. Acústica.....	26
Figura 7. Fotografía de ubicación de los paneles	26
Figura 9. Resistencia a la flexión panel interior.....	38
Figura 10. Temperatura de la plancha	43
Figura 11. Temperatura del panel interior.....	43
Figura 12. Temperatura del panel Interior con los termómetros.....	44
Figura 13. Peso de una parte del panel interior	45
Figura 14. Probeta con agua	45
Figura 15. Probeta con agua y panel.....	46
Figura 16. Resistencia a la flexión panel exterior	47
Figura 17. Panel Exterior en pruebas de lluvia	52
Figura 18. Prueba de sol panel exterior	52
Figura 19. Prueba de humedad panel exterior.....	53
Figura 20. Temperatura de la plancha dos	54
Figura 21. Temperatura del panel exterior.....	54
Figura 22. Temperatura del panel exterior con los termómetros	55
Figura 23. Peso de pedazo de panel exterior.....	56
Figura 24. Probeta con agua dos	56
Figura 25. Probeta con pedazo de panel exterior.....	57
Figura 26. Peso de panel exterior sin agua	58
Figura 27. Peso de panel exterior con agua.....	58
Figura 28. Peso de panel interior con agua.....	59
Figura 29. Peso de panel interior sin agua	59

RESUMEN

En la actualidad es de gran interés para la industria de la construcción la generación de alternativas constructivas que permitan mayor rentabilidad y calidad, buscando impactar positivamente en los sectores económico y social del Ecuador, lo que significa que influyen bastante a la hora de optimizar tiempo y dinero, además continúan en aumento a nivel mundial y del país. Con la ejecución de este proyecto se desarrollaron versiones a nivel laboratorio de panel interno y otra de panel externo con las especificaciones requeridas para cada uso. La tecnología utilizada será la de molde, y los principales materiales como el yeso, cemento, cal, cola blanca (goma) y fibras sintéticas. Se realizó un diseño de experimentos con el que se extrajo información útil, que permitió verificar cuál de los paneles tanto internos como externos servía para las debidas conclusiones. Al obtener estos datos me permitió comprobar y realizar una propuesta de producción local de bajo costo de los dos tipos de panel. Las pruebas físicas y biológicas me ayudaron a establecer parámetros de desempeño del panel y su comparación con los disponibles en el mercado internacional.

PALABRAS CLAVES: industria, calidad, materiales, panel interno, panel externo, pruebas físicas, pruebas biológicas.

ABSTRACT

At present, it is of great interest for the construction industry to generate alternatives that allow greater profitability and quality, seeking to positively impact the economic and social sectors of Ecuador. Which means that they are of great influence when it comes to optimizing time and money, but also, they are increasing in the country and worldwide. With the execution of this project, laboratory-level versions of internal and external panels were developed with the specifications required for each use. Mold technology was used, and the main materials such as plaster, cement, lime, white glue (rubber) and synthetic fibers. An experiment design was carried out with which useful information was obtained that allowed to verify which of the internal and external panels served for the proper conclusions. Upon obtaining the data, it was checked, and a low-cost local production proposal was made for both types of panels. Physical and biological tests helped to establish the panel performance parameters and their comparison with those available in the international market.

KEYWORDS: industry, quality, materials, internal panel, external panel, physical tests, biological tests.

INTRODUCCIÓN

Los paneles interiores y exteriores son utilizados para la estructura steel framing los cuales consisten en ser un base de paredes tanto interna como externa según su composición y grosor de cada, una utilizados para la construcción pueden servir también como decoración.

Sin embargo, en nuestro País falta la optimización de procesos que permitan distribuir de mejor manera el tiempo y ahorro de dinero lo cual según la economía del Ecuador en la parte de construcción se puede decir que anualmente crece esta actividad económica en un 0,6%, para el 2018 en este sector aumento con 1,24%. (Joomla, 2019).

La empresa Constru panel fabricante de paneles prefabricados, nos explica que estos paneles son una nueva forma de construir de manera rápida, inteligente y que está fabricado de 3 elementos, en la parte exterior de dos placas de fibrocementos y en la parte interior un núcleo de hormigón con plastofom, que les proporciona aislación térmica y permite ser más liviana. (Sanguino, 2017).

Se desarrollarán paneles prefabricados para recubrimiento de estructuras “Steel Framing” interior y exterior, estos paneles tendrán un diseño de experimentos en el que se determinara cuáles son los más adecuados para verificar la mejor combinación de entre los materiales como fibras sintéticas y naturales que se utilizaran, para poder llevar al mercado ecuatoriano bajo un costo menor del que actualmente venden y con sus debidas características y calidad de estos.

Este trabajo contiene tres capítulos, el primero consta del marco teórico que permitió el desarrollo de la teoría que se fundamenta en base a la estructura Steel Framing con sus ventajas y desventajas, aplicaciones, la industria de los paneles, prefabricación de los paneles interiores y exteriores, su normatividad y costos de producción. El Segundo es la metodología, el cual explica que método se utilizara para realizar estos dos tipos de paneles, en el que incluye procesamiento de la materia, diseño experimental de fabricación, sus técnicas de caracterización y control de calidad, y el ultimo capitulo son los resultados y discusión donde de acuerdo a las pruebas físicas, se demostrara la mejor opción de panel interior y exterior en base a características técnicas, costos y niveles de producción posibles.

Para llevar a cabo esta investigación ha sido importante enfocarse en la industria de la construcción y la prefabricación de los paneles, puesto que La construcción se convertirá en una actividad continua, al menos en la planta de producción, en la que durante todo el año se fabricaran los componentes de las futuras edificaciones. Esto permitiría que los trabajadores

del sector de la construcción, o una parte de ellos, tuvieran un empleo fijo menos sujeto a las variaciones de los ritmos del sector. Ligado a esto, encontramos lo que otros promotores de la construcción defienden como una ventaja, el hecho de que la mano de obra que trabajaría en estas cadenas de montaje no necesitaría una formación especializada. Esto resulta interesante a los promotores de viviendas en países en los que, por ejemplo, se construye habitualmente un gran número de viviendas de madera, como en Estados Unidos.

Este nuevo sistema de construcción permitiría prescindir de un carpintero profesional y emplear a un obrero no especializado en la cadena de montaje. (Drupal, 2005), además de que entre menor sea el costo mayor es la posibilidad de ser adquiridos siempre y cuando presenten una muy buena fabricación y calidad.

Actualmente en el País hay sucursales que venden estos tipos de paneles, tales como Gypsum y Rey que son los que tienen la demanda más alta en el Mercado Ecuatoriano. Uno de los problemas es que la mayoría de estos, no los fabrican en el Ecuador, son importados de otros países como Colombia, México, Chile. Esto se debe a falta de Equipo Técnico y Maquinaria que corrobore la calidad de estos, ya que sin la aprobación de estas características tendría desventajas con la competencia.

De manera que se desea proyectar una alternativa de paneles interiores y exteriores para el sistema constructivo "Steel Framing" que puedan ser fabricados dentro del País "Ecuador", facilitando el abastecimiento de estos paneles para el sector de la construcción, minimizando sus costos de traslado e impulsando la matriz productiva del país.

De acuerdo con los objetivos planteados se puede considerar que se logró el alcance de estos, pues se desarrolló los paneles interiores y exteriores con las especificaciones correspondientes, que incluyeron las diferentes pruebas físicas y biológicas, además se pudo elaborar la propuesta de producción local de bajo costo de los dos tipos de panel, para ello, de acuerdo al costo de la materia prima utilizada en ambos paneles, se pudo obtener los precios de un panel estándar, comparando con los que venden en el mercado.

Una de las facilidades que se presentó al realizar el trabajo, fue el poder encontrar la materia prima, así como las herramientas del laboratorio, sin embargo, la dificultad que existió fue el tiempo que se tomaban para secarse, además de que en un inicio se tenía que probar diferentes medidas para poder llegar a obtener un diseño de experimentos.

La metodología que se utilizó fue la cuantitativa es decir el análisis de datos a través del diseño experimentos planteado para los dos paneles. Además, algunos otros como el de conducción Térmica, Acústica y agente externos que sirvieron para verificar la calidad y resistencia de los paneles interiores y exteriores.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar paneles prefabricados para recubrimiento de estructuras “Steel Framing” interior y exterior con base de Yeso y Cemento.

Objetivos Específicos

Desarrollar panel de recubrimiento de interiores para el sistema de construcción Steel Framing.

Desarrollar panel de recubrimiento de exteriores para el sistema de construcción Steel Framing.

Elaborar propuesta de producción local de bajo costo de los dos tipos de panel.

CAPITULO I
MARCO TEÓRICO

1.1. Sistema de Construcción Steel Framming

El sistema Steel Frame es un conjunto de perfiles colocados en ambos sentidos formando los muros, forjado a través de la colocación a una distancia dada (por cálculo estructural) de perfiles de acero galvanizado hasta conformar cada elemento de la estructura de la edificación (Pérez, 2013).

La estructura se calcula de acuerdo con normas ASTM existentes, como la C473 que garantizan rendimiento y durabilidad de acuerdo con el número de pruebas en parámetros Físicos. La palabra Steel Framing significa estructura de acero, utilizada en la construcción para casas, edificios entre otros. El primer modelo de estructura de este tipo se realizó en 1993 en Chicago en una feria mundial.

Lo hicieron con material de madera, llamándolo Ballon Frame conforme han pasado los años este ha evolucionado llamándolo Plataform Frame este tipo de estructura se especializaba en la mejora del comportamiento del fuego, Empieza a desarrollarse en algunos países dándoles una manera muy fácil de construir rápido.

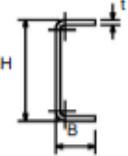
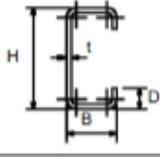
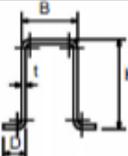
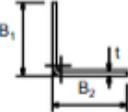
1.1.2. Descripción del sistema

El sistema está constituido por algunos materiales, como perfiles de acero estructural livianos, tornillos autoperforantes, anclajes, algunos otros como tableros para cerramientos de interiores y exteriores, asilamiento termoacústico e instalaciones eléctricas y sanitarias. Para la elaboración de estos sistemas está establecida la norma NTE INEN 2526 (Verduga, 2016).

Perfiles

Los perfiles son el centro de la estructura Steel Framing. Unas de sus características es que son de pequeño espesor varían desde los 0.9 mm a 2,5 mm en perfiles estructurales, se construyen con una chapa delgada conformada en frío y se le llama perfilado del perfil. Lo principal en este tipo de estructura es el galvanizado, que mediante este proceso se evita la oxidación y corrosión que la humedad ocasiona en el Hierro.

Los tipos normalmente usan para este tipo de estructura son el C y U. El perfil tipo C que sirve para los montantes y vigas y el tipo U en la solera inferior y superior (Pérez, 2013). En la figura uno se muestra las designaciones H,B,t,D con su respectiva designación y utilización.

SECCIÓN TRANSVERSAL	Designación	Utilización
	Perfil U $H \times B \times t$	Solera Puntal Bloqueador Cenefa Atiesador
	Perfil C $H \times B \times D \times t$	Montante Viga Puntal Atiesador Bloqueador Correa Cable Larguero
	Perfil Galera $H \times B \times D \times t$	Correa Larguero Puntal
	Angulo Conector $B_1 \times B_2 \times t$	Conector Atiesador Puntal
	Cinta Fleje $B \times t$	Riostras Tensores Diagonales

Designaciones: H Altura del alma (web)
B Ancho del ala (flange)
t Espesor (thickness)
D Ancho de pestaña (lip)

Figura 1. Perfiles con sus respectivas designaciones

Fuente: (Pérez, 2013)
Elaborado por: Pérez Y.

Tornillos autoperforantes

Utilizados en construcciones con Steel Framing, existe una serie de características de tornillos para cada unión determinada estos pueden ser metal/metal, chapa/metal, ellos permitirán tanto en el sitio de la obra como en la prefabricación de los componentes se ejecute correctamente (Sarmanho, 2010).

Una de las características de ellos es que son hechos a base de acero al carbono los mismos que son llevados a tratamiento de cementación y templado, y recubiertos por electro cincado con ello reducirá la corrosión y mantendrá peculiaridades similares a la de la estructura galvanizada (Sarmanho, 2010).

Los tornillos autoperforantes pueden presentar dos tipos de punta, punta mecha y punta aguja. Los cuales son utilizados según el grosor de la chapa de acero. En figura numero dos se muestra los tornillos autoperforantes con sus diferentes puntas.

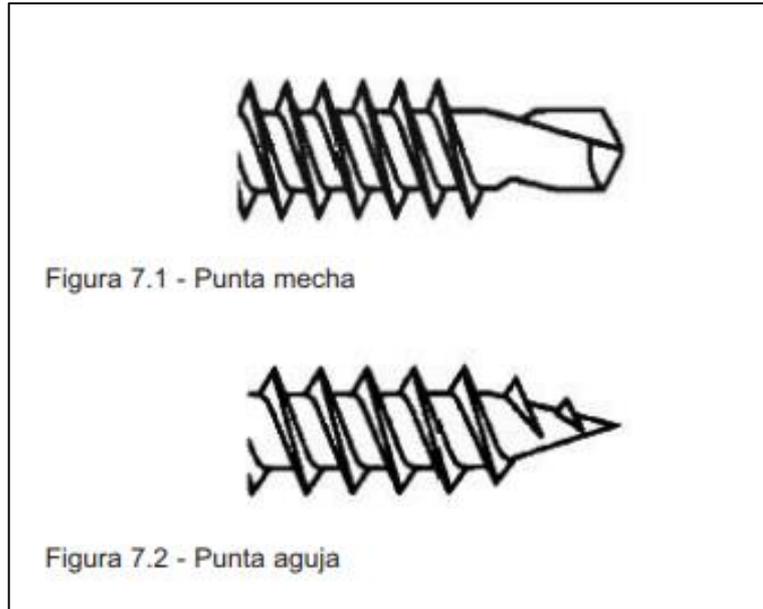


Figura 2. Tornillos autoperforantes

Fuente: (Sarmanho, 2010)
Elaborado por: Sarmanho A.

Anclajes

Para este tipo de estructura debe estar debidamente anclada a las fundaciones. Estos tienen que, adaptarse a ser empotrados o fijados a las mismas. Los métodos de anclase se muestran en las figuras tres y cuatro.

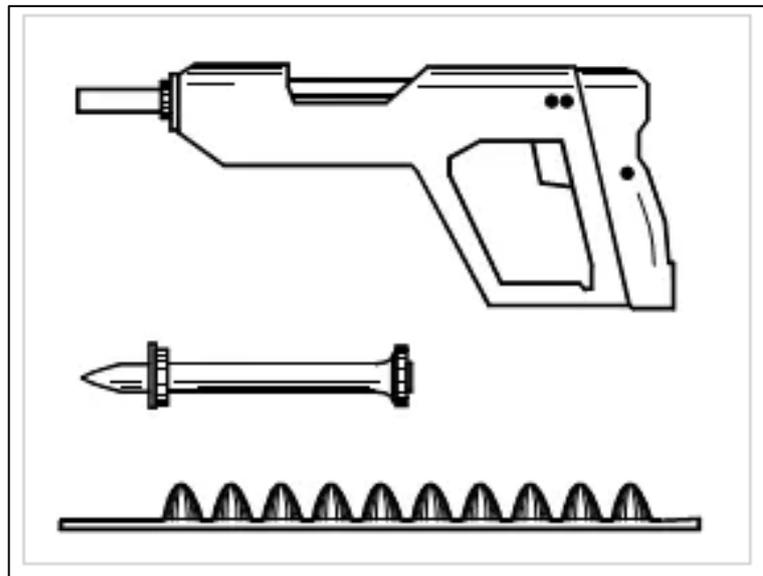


Figura 3. Fijación con clavos y acero

Fuente: (Sarmanho, 2010)
Elaborado por: Sarmanho A.

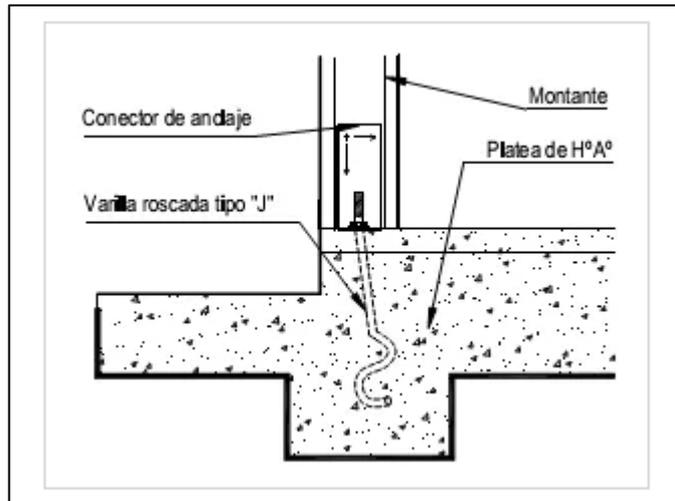


Figura 4. Varillas Roscadas tipo J

Fuente: (Sarmanho, 2010)
Elaborado por: Sarmanho A.

1.1.3. Métodos de Construcción

Fabricación en situ

Este método es muy viable porque acrecienta las actividades en la obra de construcción, facilitando mucho el transporte, para los trabajadores, lo que entonces significa que ayudaría mucho en zonas donde la fabricación de estos paneles no es posible. Todo el sistema de construcción que necesita esta estructura es cortado y montada en obra (Pérez, 2013).

Paneles Prefabricados

Estos paneles son fabricados dentro de la industria, ya sean portantes o no portantes, entrepiso cubierta y cabreada, una vez que están listo los montan en obra, utilizando los tornillos autoperforantes. Cabe recalcar que a los paneles se le puede agregar algunos otros materiales de materia prima para que lleguen en mejores condiciones al sitio de trabajo considerando que aumentan la calidad en su fabricación y reduciendo la actividad de mano de obra (Pérez, 2013).

Módulos

(Pérez, 2013) afirma que:

Son unidades totalmente acabadas en taller y transportadas a obra como módulos tridimensionales. Traen ya instalados los acabados interiores, instalaciones, cocina, aparatos sanitarios. Cuando llegan a obra se conectan y termina el revestimiento exterior y fachada. (p.46)

Ventajas y Desventajas

1.2.1. Ventajas

Puede usar variedad de tipos de revestimientos ya sea para la parte exterior e interior facilitando, a través de las capas mismas que conforman la pared, la colocación de algunos aislamientos e instalaciones para la estructura.

Si se compara el peso con estructuras tradicionales y estas estructuras hay demasiada diferencia ya que es reducido permitiendo la optimización en los materiales además permite que el sistema tenga comportamiento adecuado ante las cargas horizontales (Pérez, 2013).

Una manera de poder reducir costos y tiempos en la construcción es usando paneles prefabricados es decir construcción en “seco”, contando con la estructura Steel Framing ya que el precio de construir será menor según el metro cuadrado a utilizar, pues la obra termina en un porcentaje menor a la de una obra tradicional, es decir sin este tipo de paneles y estructura puesto a que utilizan otra materia prima. La ensambladura de estos paneles se puede efectuar en la misma lugar u obra, así como en el lugar donde los fabrican, todo depende del sitio lo que permitirá que los tiempos de obra sean menores ayudando a percances que se presenten durante el trayecto. (Peñaloza, s.f.).

La estructura Steel Framing cuenta con un sistema abierto es muy accesible, permitiendo ampliaciones de la vivienda, además se puede combinar con otros materiales o materia prima dentro de su misma estructura, tales como papel u fibra de vidrio. Su flexibilidad permite cualquier otro material sea de revestimiento exterior o cubierta. Se reduce la obra tradicional húmeda y la intervención de la mano de obra, lo que aumentara la producción (Gisbert, 2016)

La seguridad con los paneles de yeso es muy buena, pues la resistencia al fuego de Tipo X y Tipo C los hacen adecuados para zonas de alto riesgo, así como la prefabricación de paneles resistentes el agua, que son adecuados para lugares húmedos, con el que ayudaran a que sea invulnerable al moho. (Hudson, 2019).

1.2.2. Desventajas

La instalación de paneles de yeso crea nubes de polvo, misma que puede causar problemas de salud respiratoria, pues al ser cortadas para la ubicación de la estructura de acuerdo con medidas usan sierras de potencia que causan el polvo. (Hudson, 2019).

La Instalación no es apta en todos los lugares, es decir donde exista demasiada agua o humedad, pues depende mucho si a estos paneles, se les incorpora más materiales que le brinden resistencia, para este tipo de zonas (Bertran, 2017).

1.3. Aplicaciones

Los paneles son utilizados generalmente sobre una estructura formada por perfiles especiales de aluminio, e incluso en estructuras de madera, pues tienen una facilidad en puesta de obra, una manera de fijar estos paneles en las estructuras mencionadas es usando tornillos de cabeza plana, para luego ser empastadas las cabezas de los tornillos y las juntas de los paneles.

El fibrocemento también se utiliza para paneles exteriores para su resistencia, porque cuenta con cemento y fibras de refuerzo, a este tipo de panel lo ubican en estructuras formadas por perfiles metálicos (Steel Framing) y de madera, y normalmente para sujetarlos usan ganchos tipo J o tornillos especiales que van directamente sobre la estructura.

El control acústico es una de sus aplicaciones dentro de las construcciones de los paneles de yeso, su resistencia a que se transmitan sonidos tanto por aire como por impacto funcionan siempre y cuando no se tenga en ellos pesos excesivos.

Una de las aplicaciones más importantes es por su resistencia al fuego, si en algún momento se suscitara algún accidente de este tipo, se libera el agua químicamente que tienen los cristales de yeso, a ellos los convierte en vapor, esto ayudara a que demore la propagación de las llamas y a proteger las construcciones vecinas.

1.4. Paneles

1.4.1. Yeso Cartón

Este es un material muy importante en la construcción del Steel Fleming. (Abad, 2011) refiere que es una placa formada por 2 láminas exteriores de cartón que cubren un núcleo laminado de yeso. Las láminas de cartón están compuestas por varias láminas de papel reciclado. (Villanueva, 2010).

Estas laminas estas impregnadas de resina, salvo la interior en contacto con el yeso que se trata con polímeros de tipo silenos siloxanos. Este último ensimaje, que repele el agua líquida, recubre las fibras de celulosa sin cerrar totalmente el espacio entre fibras. Así, pues, las láminas interiores de papel contribuyen a retener parte del agua necesaria de fraguado y facilitan la eliminación del vapor de agua a través de los espacios entre fibras promoviendo una adherencia perfecta entre cartón y el yeso". Una de las razones por las que se ubica las láminas de cartón, es para resistencia a tracción. también (Villanueva, 2010).

El núcleo de yeso se produce básicamente a partir de semihidratado con pequeñas adiciones de otro producto, entre los que destacan el almidón, cuya función principal es retener el agua a disposición del yeso durante su fraguado. Cabe que recalcar que una de las funciones del núcleo, es porque da rigidez y resistencia a esfuerzos cortantes.

1.4.2. Fibrocemento

Material que está compuesto por cemento, fibras y agua, utilizadas para la producción de placas ligeras y resistentes, el fibrocemento es usado como material principal para acabados y recubrimientos de exteriores que deben protegerse de la lluvia (Abad, 2012)

Mucho antes han usado fibras compuestas de silicato magnésico hidratado, que le brindan propiedades mecánicas, sin embargo, ahora se sustituyen por otras como celulosa o vidrio, puesto a que estudios médicos han demostrado que este tipo de fibras es cancerígeno.

Los Paneles depende de la clasificación, según (Romero, Paneles para revestimientos de fachadas, 2018) estas se clasifican en:

1.4.3. Peso

Prefabricados livianos

Elementos pequeños y ligeros destinados a ser colocados de forma manual por uno o dos operarios y cuyo peso es inferior a los 30kg.

Prefabricados semipesados

Elementos destinados a ser colocados utilizando medios mecánicos simples a base de poleas, palancas y cuyo peso es inferior a los 500kg.

Prefabricados pesados

Elementos destinados a ser colocados utilizando maquinaria pesada tales como grúas y cuyo peso es superior a los 500kg. Estos paneles son empleados de acuerdo con las características de los espacios donde van a ser colocados.

1.4.4. Formato

Bloques

Estos elementos prefabricados sirven para la construcción de muros, no necesitan de ninguna estructura adicional para ser estables como por ejemplo los bloques de hormigón, bloques de ladrillo, etc.

Paneles

Son placas que varía mucho en la composición de su materia prima, así como entre el grosor superficie y altura, algunos de ellos pueden ser muros de contención, placas de fachadas, antepechos, placas de yeso, etc.

Elementos lineales

Utilizadas dentro de la estructura siendo piezas de sección perpendicular lo cual las hace menor en correlación con su distancia, alguna de las más conocidas son las columnas, pilotes, etc.

1.5. La industria en paneles prefabricados

1.5.1. Abastecimiento de la industria nacional

Actualmente en Ecuador podemos decir que se considera un país sísmico por lo que las viviendas que se construye a diario de la manera tradicional son frágiles a efectos de carga sísmica tomando en cuenta que la calidad depende de la mano de obra, por esta razón se busca una manera de investigar nuevas soluciones que admitan crear viviendas estructuralmente indudables, económicas y cómodas.

En los países en desarrollo, no existen tanto este problema como actualmente lo presentamos nosotros, es decir con situaciones de déficit habitacional similares al Ecuador, ellos cada día innovan ofreciendo calidad con el objetivo de generar viviendas propias a las entidades por tanto unos de los países donde tiene estadísticas mineras de los materiales que se usan para la prefabricación es España donde:

Según los datos de Sectorización de la Estadística Minera, de la producción minera de yeso crudo en 2013, 3 647 kt se dedicaron a la exportación, 456 kt a la fabricación de cementos, alrededor de 3 267 kt a la calcinación (yeso de construcción, escayola, tabiques y paneles, molduras, etc.).

También tienen otros como fertilizante para aportar azufre y calcio al terreno, y en tratamientos de remediación medioambiental, principalmente en terrenos afectados por metales pesados, pues ayuda a sustituir el sodio por el calcio permitiendo que el primero drene y no afecte a los vegetales, en los que, a diferencia de la cal, no aumenta el pH del medio. A estos fines se han destinado 17 kt.(IGME (Instituto geológico y minero de España), 2013,p.6)

En la tabla uno se muestra el balance de materias primas minerales sustancia el cual indica el consumo aparente desde el año 2001 hasta el 2013, mientras que en la tabla dos especifica el balance de materias primas sustancia yeso con el porcentaje de dependencia económica.

Estos datos son los que la IGME de España de producción en la que exportan e importan en los que se verifica que cada año aumenta, lo que significa una factibilidad absoluta de esta materia prima para producir durante esos periodos, en lo que al aumentar la producción se establece optimización y mejoras para el consumo de este país lo que lo hace unos de los más subdesarrollados.

Tabla 1. Balance de materias primas minerales sustancia

Año	PRODUCCIÓN Minera (t)(P _i)	COMERCIO EXTERIOR (t)		CONSUMO APARENTE (t) (C=P _i +P _v +I-E)
		Importación (I)	Exportación (E)	
2001	11 909 153	103 660		8 504 000
2002	11 218 410	249 247	3 508 640	7 171 000
2003	11 366 375	331 602	3 815 385	7 883 000
2004	12 533 972	127 200	3 970 888	8 690 000
2005	14 453 053	175 576	4 094 379	10 534 000
2006	15 330 267	317 345	4 207 096	11 440 000
2007	14 535 422	242 545	3 945 947	10 832 000
2008	11 768 907	214 398	4 145 053	7 838 252
2009	8 191 315	101 689	2 840 119	5 442 885
2010	6 990 249	90 552	3 302 497	3 778 304
2011	7 835 747	87 638	4 041 491	3 871 894
2012	6 359 923	72 593	4 460 651	1 971 865
2013	7 388 699	84 646	4 151 651	3 321 694
2014p	Sd	76 627	4 539 983	sd

Fuente: (Knauf, 2016)
Elaborado por: Salazar V.

Tabla 2. Balance de materias primas sustancia yeso

Año	VALOR DEL SALDO (10 ³ €)	Autosuficiencia primaria P _i /C	Dependencia Técnica (I-E)/C	Dependencia económica I/(C+E)
2001	+91 835,000	>100%	-	
2002	+91 085,347	>100%	-	
2003	+81 408,279	>100%	-	
2004	+81 135,600	>100%	-	
2005	+84 842,600	>100%	-	
2006	+56 227,100	>100%	-	
2007	+76 025,600	>100%	-	
2008	+94 584,200	>100%	-	
2009	+96 667,700	>100%	-	
2010	+83 615,400	>100%	-	
2011	+93 397,000	>100%	-	
2012	+99 374,300	>100%	-	
2013	+91 435,060	>100%	-	
2014	+115 152,400	>100%	-	

Fuente: (Knauf, 2016)
Elaborado por: Salazar V.

1.5.2. Panorama mundial

Según estos datos de acuerdo con el panorama mundial se muestra que El yeso es muy abundante en la naturaleza, por lo que sólo se explotan los depósitos más accesibles y de mayor calidad. La extracción suele hacerse a cielo abierto, si bien hay algunas explotaciones subterráneas. No es necesaria tecnología compleja para su explotación y apenas requiere tratamiento (trituration y molienda). Puede decirse que hay pocos países que no dispongan de depósitos en explotación o potencialmente explotables, sin embargo, las principales áreas productoras son los países industrializados: Norteamérica, Europa Occidental y Lejano Oriente.

Elo es debido al bajo precio del yeso, que hace que su producción sólo sea rentable a escasa distancia de los principales mercados o bien si es relativamente barato su transporte en barco. Sólo unos pocos países son importantes exportadores de yeso: Canadá, México, España y Tailandia. La mayoría de los países de Oriente Medio consumen todo el yeso que producen, con la excepción de Irán, que exporta anualmente más de 1 Mt.(IGME (Instituto geológico y minero de España), 2013,p.6)

1.6. Materiales para paneles prefabricados interior exterior

1.6.1. Paneles Interiores

Panel Yeso Regular

Consta de un núcleo constituido con yeso y agregados, ubicados dos cartonillos, en la cara secundaria es color café y color manila en la cara principal y algo que les caracteriza para incrementar la resistencia a la flexión es que contiene una fibra de celulosa en su parte central (Wallboard, 2019).

Panel Yeso Ligero

Contiene un núcleo incombustible, cubierto por ambos lados de yeso, al cual le agregan papel debidamente reciclado, el papel de la parte superior de cara cubre las orillas a lo largo para que tenga mayor fortalecimiento y protección de núcleo, mientras que los extremos están esmerilados con un corte cuadrado (Peña, 2019).

Panel de Yeso resistente al fuego

El núcleo de este panel esta reforzado por fibra de vidrio el cual es resiste a medios alcalinos, lo que le provee de peculiaridades en resistencia al fuego. Según (Underwriters, 2019) refiere que el panel de yeso RFX está reconocido internacionalmente como uno de los materiales de construcción con más alto poder para resistir al fuego, debido a como este combinado el núcleo y además cuenta con moléculas de agua. (p.3).

Panel de Yeso resistente al Moho

El núcleo de este panel es especialmente tratado para que minimice la absorción del agua, donde le ubican papel por ambas caras, el mismo que es resistente a la absorción de humedad, hecho de material reciclado, con una fórmula de protección biosida y funguicida (Standard, 2019).

1.6.2. Paneles Exteriores

Panel de cemento

El panel contiene un núcleo de cemento aligerado, entre dos capas de malla de fibra de vidrio, el diseño que proporciona los bordes le da mayor durabilidad, estabilidad y sobre todo facilidad de manejo en el trabajo.

Según (Viewport, 2019) refiere que sus características permiten que sea especialmente resistente al impacto, deformación y sobre todo duradero, con una característica importante de ser resistente al agua. (p.2).

Panel de Fibra de vidrio

Contiene un núcleo incombustible, conjuntamente tratado para que sea resistente a la absorción del agua, mismo que es recubierto de fibra de vidrio por las dos caras, este tiene un color azul que resiste al crecimiento de hongos, degradación, delaminación y deterioro al ser expuesto a condiciones climáticas (Rey, 2019).

Panel para exterior

Este tipo de panel es diseñado únicamente para que se coloque como revestimiento exterior de muros, contiene un núcleo de yeso únicamente reforzado con agentes aislados que tienen resistencia a la humedad. Según (Permabase, 2019) refiere que este panel cumple con la norma ASTM-C79 que marca una absorción máxima de agua de un 10%. (p.2).

Panel resistente a la humedad y el fuego

Está diseñado para que sea instalado en marcos de muros o monturas es decir por debajo de otros materiales, para que sea aplicado exteriormente en madera, metal, fachadas de ladrillo. Su núcleo es incombustible hecho de yeso, mismo que ha sido tratado para que sea hidrófugo y reforzado con fibras y aditivos que le permitirán resistir altas temperaturas dándole mayor fuerza al panel y resistencia al fuego (Chamber, 2019).

1.7. Proceso de producción de los paneles interior y exterior

1.7.1. Panel Interior

Para realizar este tipo de panel interior primero obtienen la calcinación y molido del yeso o semihidratada, para luego ubicarle aditivos y agua con una mezcladora de alta potencia, una vez que se tiene la mezcla es colocada entre láminas de cartón que

están compuestas de celulosa multihoja, para finalmente pasar al fraguado y cortado en los formatos más usados que son: 1,22 m x 2,44 m, 1,22m x 3,05m y 1,22x3,66m y espesores de 3/8", 1/2" , 5/8" Y 1" (Pérez, 2013).

1.7.2. Panel Exterior

Para realizar este tipo de panel exterior se selecciona los elementos para elaboración de los hormigones con fibras y sin ellas, mismas que están compuestas por arena cemento agua y fibras (Romero, Paneles para revestimientos de fachadas, 2018).

Afirma que por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1855-1:2015 que instituye las especificaciones para la elaboración del hormigón premezclado en estado fresco y no endurecido y la Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2874:2015 que sirve para Hormigones reforzado con fibra, requisitos y métodos de ensayo, esta norma cubre todas las formas de hormigón reforzado con fibra, cuyos materiales son mezclados de manera uniforme, y que pueden ser muestreados y ensayados.

Se inicia con la elaboración de muestras para ser pesados a cada uno de los componentes del hormigón, preparan las herramientas y materiales a usar como: la concretara, vibrador, recipiente metálico y algunas otras usan moldes con las debidas normas estandarizadas es decir para paneles de (25x29x6cm).

Se enciende la concretera colocando un diez por ciento en agua, cemento y arena dejando que la máquina realice diez vueltas como máximo para que los materiales se mezclen homogéneamente. Vierten agua y fibras dejan mezclar nuevamente por tres minutos en movimiento, reposa toda la mezcla dos minutos, y se enciende nuevamente durante tres minutos más en movimiento.

Una vez obtenida la ubican en una bandeja metálica grande para ser ubicada en un molde en ese caso se coloca en tres capas uniformes apisonándolas y utilizando el vibrador con el fin de que se compacte la mezcla y a su vez evitar ligereza a las muestras. Se utiliza el vibrador para una correcta distribución de la mezcla en los moldes o cofres para que no exista segregación del material y sea una correcta distribución de sus componentes.

Luego se pule con un bailejo el exceso de hormigón y se limpia los bordes de los moldes para dar un acabado lindo a las bordes de las muestras. Se deja dar consistencia al mortero durante veinticuatro horas, se desencofra las muestras y se las enumera a cada una con fecha de elaboración y numero por las cuales que se colocan en un molde amplio donde contendrá agua para a continuación realizar las pruebas de rompimientos a compresión, tracción indirecta y flexión de las muestras a los 7, 14 y 28 días.

1.8. Normatividad para la fabricación de los paneles interiores y exteriores

Para poder realizar los paneles interiores y exteriores, se necesita realizar algunas pruebas que van a garantizar el rendimiento y durabilidad, para ello según (Shipp,

2019) refiere que los productos de placa de yeso son diseñados para paredes y cielorrasos. Para que se puedan etiquetar usan las normas ASTM C1396/C1396M, con esta norma realizan un número de pruebas para ver qué tan resistentes son a la flexión, además son muy tolerantes con los parámetros físicos, y nombra además a la norma C473 que permite realizar el análisis físico de la nueva producción de panel de yeso. (p.2).

Por ejemplo, si se desea hacer paneles que sirvan como paredes con divisiones y cielorrasos con buena resistencia al fuego tienen que hacer uso de la norma E119 y C1396, ya que estas dan todos los parámetros para resistencia al fuego de materiales y construcción de edificios, además usando la E84 se identifica las características Ignifugas de las áreas de la materia prima de construcción. Adicional las placas de yeso tienen que ser sometidas a pruebas de estabilidad, tenacidad y rendimiento estructural, lo cual para ello se basan en las normas del Comité E06 para el comportamiento de edificios y Comité D08 sobre tachado e Impermeabilización, ahora si son placas de cemento usan la norma Comité C01 y de agregados de concreto la Comité C09 (Shipp, 2019)

Para aquellos paneles que en su núcleo tienen características de transmisión del sonido, les realizan pruebas y mediciones una de las normas comité E33 habla sobre Acústica Edilicia y ambiental, según (Shipp, 2019) refiere que sus placas de yeso participa en más de 20 comités de acuerdo a las características de cada panel de acuerdo a las normas ASTM, mismas que son responsables de los métodos de prueba, que para las empresas son muy importantes, además les ayudan a proporcionar un producto de mayor calidad con el único objetivo que dentro de la construcción puedan crear edificaciones seguras, cómodas saludables y atractivas.

1.9. Costos de producción

Actualmente en nuestro país no constan datos de costos producción, de paneles interiores como exteriores, por la razón de que nos los fabrican si no los importan, por tanto la información que se ha tomado en cuenta es de España por ser uno de los países subdesarrollados que ya tienen datos de algunos años donde la IGME (2013) de este país afirma que:

Los precios medios recibidos por los productores norteamericanos de yeso crudo y calcinado fob mina o planta, del yeso crudo para cemento y agricultura, de la escayola y de 15 productos prefabricados, de los que se ha tomado la media ponderada del valor de la producción de tabiques y paneles. Su evolución durante los últimos cinco años es la recogida en el cuadro siguiente, junto con el valor medio de las

importaciones y exportaciones españolas. En el año 2014, los precios medios del crudo fob mina (puerto de carga) y calcinado fob,(puerto de carga) planta en EEUU subieron moderadamente, unos 17 centavos/t el crudo y 40 el calcinado. En cuanto a las exportaciones españolas, los datos provisionales disponibles indican que sus precios medios subieron en dicho año (2014) el 9,8% en el del crudo, 31,4 % en el fraguable y 19,8% en el de tabiques y paneles. (p.8-9)

Según la tabla número tres se observa que los precios de los demás yesos calcinados importados, tienen una importante partida arancelaria, junto con la escayola para construcción, quienes determinan el tipo de alto valor añadido, por esta razón los precios medios por tonelada dependen mucho de los tonelajes que importen según su tipo u otros (IGME (Instituto geológico y minero de España), 2013).

Tabla 3. Precios de comercio exterior

	2010	2011	2012	2013	2014
EEUU, \$/t					
- Crudo, fob mina*	6,90	8,20	7,70	8,83	9,00
- Calcinado, fob planta	29,70	28,70	28,70	27,60	28,00
- Crudo, para cemento	17,21	16,78	18,44	20,60	sd
- Crudo, para agricultura	52,26	59,15	44,97	40,30	sd
- Escayola	345	356	426	430	sd
- Tabiques, media ponderada, \$/100m ²	276,62	260	245	224	sd
España, €/t					
- Crudo, ex mina	5,46	6,55	7,40	7,03	sd
- Crudo, exportación	22,84	9,79	11,26	11,69	12,84
- Calcinado fraguable, importación	56,79	54,26	56,02	42,42	55,73
- Tabiques, etc, €/100m ² exportac.	176,68	180,15	131,80	143,15	171,50
- Crudo, importación	51,89	60,43	68,03	85,74	39,35
- Calcinado fraguable, importación	355,46	424,38	333,96	145,12	109,72
- Tabiques, etc, €/100 m ² , import.	309,23	284,08	256,18	280,18	316,26

Fuente: (Min, 2015)

Elaborado por: Salazar V.

CAPITULO II
METODOLOGÍA DE COSTOS Y PROPUESTA DE PRODUCCIÓN

Para poder realizar este proyecto se realizó una revisión exhaustiva de la materia prima disponible para la fabricación de los paneles interiores y exteriores, esto nos permitió tener un enfoque más amplio al momento de solventar problemas que se presenten. El siguiente aspecto fue definir el proceso de fabricación mediante el cual obtendremos los paneles, este paso fue muy importante ya que el protocolo de fabricación será útil para este proceso. Se desarrollará un diseño experimental para fabricar los paneles y se sometió a las pruebas mecánicas de resistencia a la flexión, esto nos permitió situar al producto y determinar el protocolo de fabricación idóneo. Ya determinado el proceso de fabricación de los paneles con parámetros similares a los comerciales, se realizaron pruebas de acústica, conductividad térmica, densidad y agentes externos. Esta metodología nos sirvió para paneles interiores y exteriores, simplemente se usarán materiales diferentes y con otras propiedades para cumplir con los requerimientos de la manufactura de la construcción.

El método de investigación que se usó para la prefabricación de paneles interiores y exteriores fue la metodología cuantitativa, la misma que se realiza mediante la experimentación de muestras de panel interior y exterior. Según (Corbetta, 2010) refiere que:

El objeto de análisis es una realidad observable, medible y que se puede percibir de manera precisa. La relación entre teoría e hipótesis es muy estrecha pues la segunda deriva de la primera. A partir de un marco teórico se formula una hipótesis, mediante un razonamiento deductivo, que posteriormente se intenta validar empíricamente. Se busca establecer una relación de causa-efecto entre dos fenómenos. Dicha relación está ligada con la interconexión entre conceptos que supone la hipótesis. La validación de la hipótesis supone explicitar esa relación de causa-efecto latente en dicha hipótesis. Asimismo, se analizan las variables, tratadas con procedimientos matemáticos y estadísticos. Una variable es una característica que puede adoptar distintos valores. Además, una investigación de este tipo tiene capacidad de predicción y generalización. Se trabaja sobre una muestra representativa del universo estudiado. (p.38).

2.1. Procesamiento de la materia prima

Para poder llevar a cabo la ejecución de ambos paneles, se investigó uno de los lugares donde principalmente fabrican y venden nacional e internacionalmente una variedad de ellos, Panel Rey, quienes cuentan con una gran demanda en el mercado e industria de la construcción, esta marca tiene una gran variedad de paneles según la composición, tanto interiores como exteriores y de acuerdo con ellos se realizó una nueva formulación de materia prima variando algunos materiales.

2.1.1. Materia Prima para paneles Interiores

Para realizar los paneles interiores se utilizó el yeso, siendo este la materia prima principal, posterior a ello la cola blanca (goma), sustancia resinosa que se incluyó para que permitiera darles resistencia a los paneles, además de que pueda adherir el cartón de 18cm x18cm que será ubicado en la parte superior e inferior del panel. El líquido que se uso fue el agua, sustancia necesaria para poder realizar la mezcla homogénea, y como material secundario la cal, utilizado para darle la plasticidad y retención del agua. Para realizar la mezcla de todos estos materiales empleamos una licuadora, lo que ayudaría a que toda la composición se vierta emparejada mente, para luego ser puesta en el molde y deja secar. Los materiales como la goma y el agua fueron medidos en ml, con la única diferencia del yeso y cal, que sus medidas siempre se mantuvieron en gramos. Para realizar las diferentes proporciones se tenía ya un diseño de experimentos, en el que se variaban porcentajes desde 25, 50, y 75%, se puede observar en las tablas número 4-5. y finalmente para ubicar la mezcla se utilizó un molde de madera con medidas de 18 cm x 18 cm con una altura de 1,3 cm.

2.1.2. Materia Prima para paneles Exteriores

Para realizar los paneles exteriores se utilizó cemento, cal, agua, arena fina y gruesa, con estos materiales se obtuvo un panel de tres capas. La arena fina, el cemento y agua serían las capas externas para darle mejor apariencia al panel, mientras que lo interno se constituyó de arena gruesa, cemento, cal, y agua. Mediante el diseño de experimentos, mismo que se puede observar en la tabla número 6 y de acuerdo con porcentajes de 75,85,95 % para el cemento y de 25,15,5 % para la cal, se fue variando esta materia prima para la parte interna del panel. Al obtener la mezcla por capas se colocó en un molde de cartón de 18cm x18cm con una altura de 2,5 cm, y se dejó secar por 3 días, además de humedecerla para que no se partiera. Los materiales que fueron medidos en ml son el agua, la arena fina y gruesa, y los medidos en gramos el cemento, y la cal.

2.2. Diseño experimental de fabricación

Paneles Interiores

Mediante un diseño de experimentos para los paneles interiores se han realizado 2 tablas. En la tabla número cuatro se visualiza los materiales de yeso, agua y goma, aquí hay cuatro experimentos, la diferencia de esta tabla es que se varía el agua con un porcentaje de 25,50,75 y 100%, y la goma con un 0,25,50 y 75 % según estos datos se realiza las mezclas y se empieza el proceso de experimentación para elegir al mejor según la resistencia de flexión.

Tabla 4. Experimento Panel Interior 1-4

No.	Yeso %	Yeso (g)	Agua %	Agua (ml)	Goma %	Goma (ml)
1	100	250	100	365	0	0
2	100	250	75	273,75	25	91,25
3	100	250	50	182,5	50	182,5
4	100	250	25	91,25	75	273,75

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Para la tabla numero 5 los materiales fueron los mismos, con la diferencia de agregar la cal, los porcentajes que se utilizó para esta nueva materia prima variaron entre 25, 50 y 75 %, con ello se obtuvieron diez experimentos, los tres primeros se varió el yeso y la cal, mientras el porcentaje de agua y goma se mantuvo en un 50 %, los cuatro siguientes se realizó de la misma manera, en este caso a ninguno de ellos se le ubicara goma, sin embargo a los tres últimos si, el yeso y la cal se mantuvieron con el mismo porcentaje mientras que el agua y la goma variaron su porcentajes, de entre 90,80,65% y 10, 20 y 35%.

Tabla 5. Experimento Panel Interior 5-14

No.	Yeso %	Yeso (g)	Agua %	Agua (ml)	Goma (%)	Goma (ml)	Cal (%)	Cal (g)
5	75	187,5	50	182,5	50	182,5	25	62,5
6	50	125	50	182,5	50	182,5	50	125
7	25	62,5	50	182,5	50	182,5	75	187,5
8	100	250	100	365	-	-	0	0
9	75	187,5	100	365	-	-	25	62,5
10	50	125	100	365	-	-	50	125
11	25	62,5	100	365	-	-	75	187,5
12	100	187,5	90	328,5	10	36,5	25	62,5
13	100	187,5	80	292	20	73	25	62,5
14	100	187,5	65	237,25	35	127,75	25	62,5

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Paneles Exteriores

Para este tipo de paneles también se realizó un diseño de experimentos, para ello se lo dividió en tres partes, dos externas y una intermedia, lo que sería un panel de tres capas. Para realizar la parte intermedia se utilizó arena gruesa, cal, cemento y agua. La arena gruesa y el agua no se varió los porcentajes, sin embargo, el cemento y la cal si variaron entre 75, 85, 95 % y 25, 15, 5%. Las dos partes externas del panel quedaron con una sola cantidad de porcentaje para los tres experimentos que se realizaron, aquí no hubo variación de cantidades. Sin embargo, desde el experimento 4-6 se aumentó fibras de nylon para darles

más resistencia. Los materiales utilizados fueron, cemento, arena fina, agua, nylon. El cemento, y las fibras fueron medidas en gramos, mientras el agua y la arena gruesa en ml. A continuación, en la tabla número seis se muestra el diseño de los seis experimentos.

Tabla 6. Experimento Panel Exterior 1-6

Nro.	Capa Interna Cemento (%)	Capa Interna Cemento (g)	Capa Interna Arena Gruesa (cm ³)	Capa Interna Agua (ml)	Capa Interna Cal (%)	Capa Interna Cal (g)	Capa Externa Cemento (g)	Capa Externa Arena Fina (cm ³)	Capa Externa Agua (ml)	Capa Externa Fibras (g)
1	75	46,8	300	42,5	25	15,6	42	194,4	55	-
2	85	53,04	300	42,5	15	9,3	42	194,4	55	-
3	95	59,3	300	42,5	5	3,1	42	194,4	55	-
4	75	46,8	300	42,5	25	15,6	42	194,4	55	20
5	85	53,04	300	42,5	15	9,3	42	194,4	55	20
6	95	59,3	300	42,5	5	3,1	42	194,4	55	20

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

2.3. Técnicas de caracterización

2.3.1. Ensayo de flexión

Se coloca el panel en la máquina Shimadzu centrándola sobre los rodillos de apoyo, al poner en funcionamiento a la prensa, el rodillo superior de la máquina aplica la carga centrada sobre el panel con una velocidad de carga de 0.8 mm/min. Una vez producida la rotura se toma el valor de la carga aplicada, de las cuales se ensayarán de acuerdo con el número de experimentos obtenidos para calcular el valor medio de la resistencia a la flexión.



Figura 5. Ensayo de Flexión

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

2.3.2. Ensayo de Acústica

Mediante el sonómetro se midió a los paneles interiores y exteriores juntamente con una esponja fonoabsorbente, con un inicio de 49.5 dB para paneles interiores y 53.8 dB para los exteriores, mismo que al hacer las pruebas con el ruido simple, rosa y blanco, se calculó la disminución del nivel de sonido.

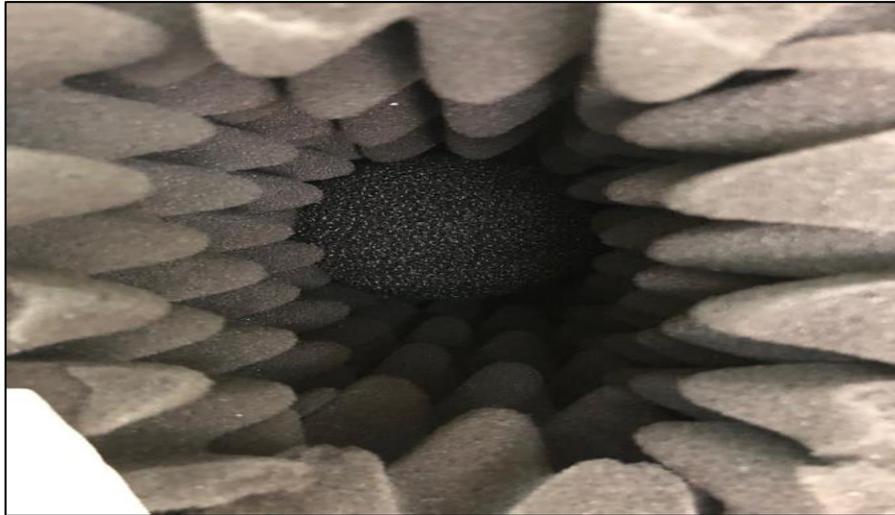


Figura 6. Acústica

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

2.3.3. Pruebas de campo

Se expuso la muestra del panel exterior a factores ambientales (sol, humedad, lluvia) del Cantón Loja ubicados en la ciudadela Julio Ordoñez, con estos distintos microclimas se llevó a cabo un control fotográfico de un mes, para observar los posibles cambios.



Figura 7. Fotografía de ubicación de los paneles

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

2.3.4. Conductividad térmica

Mediante las fórmulas de (Rodríguez, 2014), se realiza el cálculo de la conductividad térmica, tomando en cuenta que el flujo de calor (Q) es la potencia de la plancha utilizada, (A) es el área del panel, las temperaturas hotface y coldface, son las que se toman antes y después de ubicar ambos paneles en la plancha, con estos datos se remplaza en las ecuaciones que se muestran a continuación.

Ecuaciones

$$\text{Ec.1: } \Delta T_{\text{int}} = T_{\text{hotface}} - T_{\text{coldface}}$$

$$\text{Ec.2: } K = ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$\text{Ec.3: } k_{\text{int}} = \Delta x_{\text{int}} \times Q / \Delta x_{\text{int}} \times A_{\text{int}}$$

2.3.5. Densidad Absoluta

Para realizar el cálculo de la densidad absoluta se toma en cuenta la formula $\rho = m/v$ (Gutierrez, 2012). Por tanto, para ambos paneles se verifica que la masa este en gramos, y para el volumen, con una pequeña muestra de cada panel, se ubica en una probeta milimetrada con agua, para luego comprobar el antes y el después de colocar la muestra en ella.

2.4. Control de calidad

Para poder determinar la calidad de los paneles y verificar que sus propiedades se mantengan, se debe tomar en cuenta las normas apropiadas, por ello las ASTM tienen especificaciones que incluyen tolerancias dimensionales, resistencia, firmeza, resistencia al fuego, propiedades acústicas, tolerancia a la humedad, susceptibilidad al moho. Por tanto, de acuerdo al marco teórico de la normatividad nos dice que la placa de yeso etiquetada de conformidad con la norma C1396/C1396M, Especificación para placas de yeso, debe superar una cantidad de pruebas que garantizan su rendimiento y su durabilidad.

Estas pruebas incluyen resistencia a la flexión, tolerancias en cuanto a las dimensiones y otros parámetros físicos. Los métodos de prueba para evaluar estas propiedades se encuentran en la norma C473, métodos de prueba para análisis físico de los productos de panel de yeso. Además La placa de yeso, que se utiliza en paredes divisorias y cielorrasos resistentes al fuego, debe someterse a una prueba de conformidad con la norma E119, métodos de prueba para pruebas de resistencia al fuego para materiales y construcción de edificios, según se especifica en la norma C1396.

Asimismo, todos los productos USG tienen una clasificación de Clase A que indica una baja propagación de llamas y desarrollo de humo, según se determina a través del uso de la

norma E84, método de prueba para características Ignífugas de la Superficie de los Materiales de Construcción. Al tener pruebas con esta norma se tomará en cuenta, la tecnología que hoy en día ha evolucionado, los softwares que son de gran ayuda administran toda la información necesaria, lo que nos ayudaría a guardar e identificar los datos de los paneles que se fabriquen.

La maquinaria influye bastante en la calidad, mejora, tiempo y dinero, lo que significa que para mejorar la exactitud de medidas en los paneles según los materiales que se usaran para la producción de ellos, se tiene que adquirir una balanza calibrada, para luego ser ubicada en un lugar fijo, lo que nos mostrara resultados exactos, una prueba de funcionalidad ayudaría a saber si los paneles cumplen con los propósitos establecidos, como sus características, para asegurarme de las especificaciones del diseño, y para ello manejaría dispositivos que me indiquen que las medidas tanto en grosor como en altura sean las correctas según el molde a utilizar, para que no existan las mermas.

Para mejorar la resistencia del producto manejaría las pruebas de ensayo de flexión y compresión, para ello es necesario contar con una investigación de los proveedores que vendan la maquinaria adecuada, con ellos se elegiría a las mejores de acuerdo con sus características, para realizar las pruebas a las placas interiores y exteriores, según la materia prima con la que estén hechas.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Fabricación de paneles.

Paneles Interiores

Las Muestras fueron realizadas con los siguientes Materiales:

Tabla 7. Materiales de Paneles Interiores

Materia Prima	Instrumentos de laboratorio
-Yeso	-Vasos de precipitación
-Goma	-Balanza
-Agua	-Licuadora
-Cal	-Cucharilla
	-Molde de madera de 18 x18 cm (ancho) 1,3cm (alto)
	-Papel aluminio

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Experimento 1

El primer paso para la realización de los paneles interiores fue ubicar en un vaso de precipitación la cantidad de 250 g de yeso, pesados en una balanza, luego se mide 365 ml de agua en otro vaso de precipitación, una vez obtenidos estos dos materiales, se realiza el primer experimento, mezclando ambas materias primas en la licuadora, misma que la hace más liviana, porque al ser su movimiento constante mete burbujas de aire en la mezcla. El molde que se utilizó se forro con papel aluminio para que no se adhiriera cuando ya esté seco. Por tanto, se dejó mezclar bien por un minuto, para luego ser vaciado en el molde.

Experimento 2

Para realización del segundo experimento se utilizó nuevamente un vaso de precipitación con la cantidad de 250 g de yeso el cual se mantiene 273,75 ml de agua y 91,25 ml de goma, al obtener estos materiales ya debidamente pesados y medidos, se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, al cual también se forro con papel aluminio.

Experimento 3

Para la realización del tercer experimento se realizó el mismo proceso, pero con diferentes cantidades las cuales fueron 185,5 ml de agua y 182,5 ml de goma y 250 g de Yeso que se sigue conservando al obtener estos materiales pesados y medidos, se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello agregar la mezcla en el molde de madera, el cual también estuvo forrado con papel aluminio.

Experimento 4

Para la realización del cuarto experimento nuevamente el mismo procedimiento, con nuevas cantidades en el agua y la goma, 91,21ml de agua y 273,75 ml de goma y 250 g de yeso el cual se mantiene, al obtener estos materiales pesados y medidos se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello, agregar la mezcla en el molde de madera, forrado con papel aluminio.

En la tabla Nro. 8 se muestra la primera parte de la realización de los paneles interiores, dejando como base siempre la misma cantidad de yeso (250g-100%) variando el agua entre 100, 75, 50, 25 % y la goma entre 0,25,50,75% de acuerdo con ellos esperamos un tiempo de secado de tres días, para poder realizar la prueba de flexión y continuar variando más material.

Tabla 8. Experimento 1-4

No.	Yeso %	Yeso (g)	Agua %	Agua (ml)	Goma %	Goma (ml)
1	100	250	100	365	0	0
2	100	250	75	273,75	25	91,25
3	100	250	50	182,5	50	182,5
4	100	250	25	91,25	75	273,75

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Para la realización del experimento 5-7 se aumentó como materia prima la cal variándola en porcentaje junto con el yeso.

Experimento 5

Se utilizó otra materia prima y nuevas cantidades, en este caso 187,5 g de yeso (75 %), 182,5 ml de agua, 182,5 ml de goma y 62,5 g de cal (62.5%), al obtener estos materiales pesados y medidos se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto, y posterior a ello agregar la mezcla en el molde de madera debidamente forrada de papel aluminio.

Experimento 6

En este experimento se manejó las cantidades de 125 g de yeso (50%), 182,5 ml de agua.182,5 ml de goma y 125 g de cal (50%), al obtener estos materiales pesados y medidos se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de papel aluminio.

Experimento 7

Para la realización de séptimo experimento se utilizó 62,5 g de yeso, 182,5 ml de agua, 182,5 ml de goma y 187,5 g de cal, al obtener estos materiales debidamente pesados y medidos se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de papel aluminio.

En la tabla Nro. 9 se muestra la segunda parte de la realización de los paneles dejando como base siempre la misma cantidad de agua (182,5 ml) variando el Yeso entre 75, 50, 25 % y la cal entre 25,50,75% de acuerdo con ellos esperamos un tiempo de secado de tres días, para poder realizar la prueba de flexión, misma que nos ayudar a escoger cuál de estos experimentos tiene más resistencia y continuar variando el material.

Tabla 9. Experimento 5-7

No.	Yeso %	Yeso (g)	Agua %	Agua (ml)	Goma %	Goma (ml)	Cal %	Cal (g)
5	75	187,5	50%	182,5	50%	182,5	25	62,5
6	50	125	50%	182,5	50%	182,6	50	125
7	25	62,5	50%	182,5	50%	182,7	75	187,5

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Para la realización del experimento 8-11 se omitió la goma misma que contaba con un porcentaje del 50%, a la cual se sumó al agua, por tanto, en ellos solo aumento la cantidad del agua.

Experimento 8

Para la realización del octavo experimento se utilizó 250 g de yeso y 365 ml de agua, al obtener estos materiales debidamente pesados y medidos, se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de aluminio.

Experimento 9

En este experimento se utilizó la cantidad de 187,5 g de yeso (75 %), 365 ml de agua y 62,5 g de cal (25%), al obtener estos materiales debidamente pesados y medidos se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de aluminio.

Experimento 10

En el décimo experimento se utilizó la cantidad de 125 g de yeso (50%), 365 ml de agua y 125 g de cal (50%), al obtener estos materiales debidamente pesados y medidos se mezclaron

uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de aluminio.

Experimento 11

Para el onceavo experimento se utilizó la cantidad de 62,5 g de yeso (25 %), 365 ml de agua y 187,5 g de cal (75%), al obtener estos materiales ya debidamente pesados y medidos se mezclaron uno a uno uniformemente para ser ubicados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de aluminio.

En la tabla Nro. 10 se muestra la tercera parte de la realización de los paneles dejando como base siempre la misma cantidad de agua (365 ml) variando el Yeso entre 100, 75, 50, 25 % y la cal entre 0,25,50,75% de acuerdo con ellos esperamos un tiempo de secado de tres días, para poder realizar la prueba de flexión, misma que nos ayude a escoger cuál de estos experimentos tiene más resistencia y continuar variando el material.

Tabla 10. Experimento 8-11

No.	Yeso %	Yeso (g)	Agua %	Agua (ml)	Goma %	Goma (ml)	Cal %	Cal (g)
8	100	250	100	365	-	-	0	0
9	75	187,5	100	365	-	-	25	62,5
10	50	125	100	365	-	-	50	125
11	25	62,5	100	365	-	-	75	187,5

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Para la realización del experimento 12-14 se incorpora nuevamente la goma, variándola en porcentaje con el agua.

Experimento 12

Para el doceavo experimento se utilizó 187,5 g de yeso, 328,5 ml de agua (90 %), 36,5 ml de goma (10%) y 62,5 g de cal, al obtener estos materiales debidamente pesados y medidos, se mezclaron uno a uno uniformemente, para ser colocados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de aluminio.

Experimento 13

Para este experimento se utilizó 187,5 g de yeso, 292 ml de agua (80 %), 73 ml de goma (20%) y 62,5 g de cal, al obtener estos materiales debidamente pesados y medidos, se mezclaron uno a uno uniformemente para ser colocados en la licuadora por un minuto y

posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de aluminio.

Experimento 14

Para el ultimo experimento se utilizó 187,5 g de yeso, 237,25 ml de agua (65%), 127,75 ml de goma (35%) y 62,5 g de cal, al obtener estos materiales debidamente pesados y medidos se mezclaron uno a uno uniformemente para ser colocados en la licuadora por un minuto y posterior a ello ser agregada la mezcla en el molde de madera, debidamente forrada de aluminio.

En la tabla Nro. 11 se muestra la cuarta parte de la realización de los paneles, dejando como base siempre la misma cantidad de yeso (187,5 g) y cal (62,5g), variando el Agua entre 90, 80, 65% y la goma entre 10,20,35% de acuerdo con ellos esperamos un tiempo de secado para poder realizar la prueba de flexión.

Tabla 11. Experimento 12-14

No.	Yeso %	Yeso (g)	Agua %	Agua (ml)	Goma %	Goma (ml)	Cal %	Cal (g)
12	100	187,5	90	328,5	10	36,5	25	62,5
13	100	187,5	80	292	20	73	25	62,5
14	100	187,5	65	237,25	35	127,75	25	62,5

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

Paneles Exteriores

Las Muestras fueron realizadas con los siguientes Materiales

Tabla 12. Materiales de Paneles Exteriores

Materia Prima	Instrumentos de laboratorio
-Cemento	-Vasos de precipitación
-Arena fina	-Balanza
-Arena gruesa	-Cucharilla
-Cal	-Molde cartón de 18x18cm de ancho y 2,5 cm de alto
-Agua	-Papel aluminio
-Fibras(nylon)	

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

Experimento 1

Para la realización del primer experimento de panel exterior, se midió y peso en varios vasos de precipitación las cantidades de cada uno de los materiales, este tipo de panel fue hecho en tres etapas puesto a que era un panel de triple capa, en este caso dos capas externas y una interna.

Para las dos capas externas se pesó 42 g de cemento, 194,4 cm³ de arena fina y 55 ml de agua. Mientras que para la capa interna se pesó 46,8 g de cemento, 300 cm³ de arena gruesa, 42,5 ml de agua y 15,6 g de cal, al obtener todo medido y pesado en la balanza, se procede a mezclar uniformemente las cantidades para la capa externa, y ubicarla en el molde del cartón, el cual es forrado de papel aluminio, para que no se adhiera la mezcla, luego se vierte la cantidad interna de la misma manera, material por material, para luego ser ubicado en el mismo molde, siendo esta la capa del medio. Y por último se realiza el mismo procedimiento de la capa externa. Una vez puestas las tres capas en el molde se deja secar por una semana, humedeciendo cada día el panel para que no se parta, y así poder llevarlo a realizar las pruebas de flexión.

Experimento 2

Para la realización del segundo experimento, fue exactamente el mismo procedimiento para las dos capas externas, es decir con las mismas cantidades para ello se pesó 42 g de cemento, 194,4 cm³ de arena fina y 55 ml de agua. En la parte interna ya se varió las cantidades de cemento y de cal para el cual se utilizó 53,04 g de cemento, 300 cm³ de arena gruesa, 42,5 ml de agua y 9,3 g de cal, al obtener todo medido y pesado en la balanza, se procede a mezclar uniformemente las cantidades para la capa externa y ubicarla en el molde del cartón, mismo que tiene que estar forrado de aluminio, luego se mezclan las cantidades de la parte interna, para luego ser ubicadas en el molde, y por último se realiza el mismo procedimiento de la capa externa. Una vez puestas todas las mezclas en el molde se deja secar por una semana, humedeciendo cada día el panel para que no se parta y así poder llevarlo a realizar las pruebas de flexión.

Experimento 3

Para la realización del Tercer experimento, se utilizó las mismas cantidades del experimento anterior de las dos capas externas, es decir 42 g de cemento, 194,4 cm³ de arena fina y 55 ml de agua. En la parte interna, de la misma manera se varió las cantidades, para lo cual se midió y peso 59,03 g de cemento, 300 cm³ de arena gruesa, 42,5 ml de agua y 3,1 g de cal. Se procede a mezclar uniformemente lo pesado anteriormente para la capa externa, donde será ubicada en el molde del cartón, el cual tiene que estar forrado de papel aluminio, luego

se mezclan las cantidades internas de la misma manera, uniformemente, para posterior a ello ser colocada en el molde de cartón, y por último se realiza el mismo procedimiento de la capa externa. Una vez puestas todas las mezclas en el molde, se deja secar por una semana, humedeciendo cada día el panel para que no se parta y así poder llevarlo a realizar las pruebas de flexión.

En la tabla Nro.13 se muestra la realización de los tres experimentos de paneles exteriores. Para la primera parte del panel, es decir la capa externa tienen como base siempre la misma cantidad de cemento (42 g), arena fina (194,4 cm³) y agua (55ml). En cuanto a la capa interna se deja como base la arena gruesa (300 cm³) y el agua (42,5 ml) variando el cemento 75, 85, 95% y la cal entre 25,15,5 % de acuerdo con ellos esperamos un tiempo de secado de una semana por cada experimento para poder realizar las pruebas de flexión.

Tabla 13. Experimento 1-3

Nro	Capa Interna Cemento (%)	Capa Interna Cemento (g)	Capa Interna Arena Gruesa (cm ³)	Capa Interna Agua (ml)	Capa Interna Cal (%)	Capa Interna Cal (g)	Capa Externa Cemento (g)	Capa Externa Arena Fina (cm ³)	Capa Externa Agua (ml)
1	75	46,8	300	42,5	25	15,6	42	194,4	55
2	85	53,04	300	42,5	15	9,3	42	194,4	55
3	95	59,3	300	42,5	5	3,1	42	194,4	55

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Para el experimento 4-6 se aumentó como materia prima las fibras de nylon, utilizando las mismas cantidades de los experimentos anteriores.

Experimento 4

Para la realización del cuarto experimento, se utilizó 42 g de cemento, 194,4 cm³ de arena fina, 55 ml de agua, y 20 g de fibras de nylon de 1,00 mm de espesor. En la parte interna, se varió las cantidades de cemento y cal, para lo cual se midió y peso 46,08 g de cemento (75%), 300 cm³ de arena gruesa, 42,5 ml de agua y 15,06 g de cal (25%). Se procede a mezclar uniformemente lo pesado anteriormente para la capa externa, donde será ubicada en el molde del cartón, el cual tiene que estar forrado de papel aluminio.

Luego se mezclan las cantidades internas de la misma manera, uniformemente, para posterior a ello ser colocada en el molde, y por último se realiza el mismo procedimiento de la capa externa. Una vez puestas todas las mezclas en el molde, se deja secar por una semana, humedeciendo cada día el panel para que no se parta, y así poder llevarlo a realizar las pruebas de flexión.

Experimento 5

Para la realización del quinto experimento, se utilizó 42 g de cemento, 194,4 cm³ de arena fina, 55 ml de agua, y 20 g de fibras de nylon de 1,00 mm de espesor. En la parte interna, se varió las cantidades de cemento y cal, para lo cual se midió y peso 53,04 g de cemento (85%), 300 cm³ de arena gruesa, 42,5 ml de agua y 9,3 g de cal (15%). Se procede a mezclar uniformemente lo pesado anteriormente para la capa externa, donde será ubicada en el molde del cartón, el cual tiene que estar forrado de papel aluminio,

Se mezclan las cantidades internas de la misma manera, uniformemente, para posterior a ello ser colocada en el molde, y por último se realiza el mismo procedimiento de la capa externa. Una vez puestas todas las mezclas en el molde, se deja secar por una semana, humedeciendo cada día el panel para que no se parta y así poder llevarlo a realizar las pruebas de flexión.

Experimento 6

Para la realización del sexto experimento, se utilizó 42 g de cemento, 194,4 cm³ de arena fina, 55 ml de agua, y 20 g de fibras de nylon de 1,00 mm de espesor. En la parte interna, se varió las cantidades de cemento y cal, para lo cual se midió y peso 59,03 g de cemento (95%), 300 cm³ de arena gruesa, 42,5 ml de agua y 3,1 g de cal (5%). Se procede a mezclar uniformemente lo pesado anteriormente para la capa externa, donde será ubicada en el molde del cartón, el cual tiene que estar forrado de papel aluminio.

Luego se mezclan las cantidades internas de la misma manera, uniformemente, para posterior a ello ser colocada en el molde, y por último se realiza el mismo procedimiento de la capa externa. Una vez puestas todas las mezclas en el molde, se deja secar por una semana, humedeciendo cada día el panel para que no se parta y así poder llevarlo a realizar las pruebas de flexión.

En la tabla Nro.14 se muestra la realización de los tres experimentos de paneles exteriores para lo cual solo se aumentó las fibras que darían más resistencia a los experimentos realizados por tanto se usó una sola cantidad de 20g para los 3 últimos experimentos. La primera parte del panel, es decir la capa externa tienen como base siempre la misma cantidad de cemento (80 g), arena fina (232,4 cm³), agua (55ml) y fibras (20 g).

En cuanto a la capa interna se deja como base la arena gruesa (300 cm³) y el agua (42,5 ml) variando el cemento 75, 85, 95% y la cal entre 25,15,5 % de acuerdo con ellos esperamos un tiempo de secado de una semana por cada experimento de panel, para poder realizar las pruebas de flexión.

Tabla 14. Experimento 4-6

No.	Capa Interna Cemento (%)	Capa Interna Cemento (g)	Capa Interna Arena Gruesa (cm ³)	Capa Interna Agua (ml)	Capa Interna Cal (%)	Capa Interna Cal (g)	Capa Externa Cemento (g)	Capa Externa Arena Fina (cm ³)	Capa Externa Agua (ml)	Capa Externa Fibras (g)
4	75	46,8	300	42,5	25	15,6	42	194,4	55	20
5	85	53,04	300	42,5	15	9,3	42	194,4	55	20
6	95	59,3	300	42,5	5	3,1	42	194,4	55	20

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

3.2. Caracterización de paneles

Para la caracterización del panel interno se sometió a distintas pruebas mismas que se clasifican en: Flexión, Acústica, densidad y transmisión térmica (Pruebas de laboratorio).

3.2.1. Resistencia a la flexión de paneles Interiores

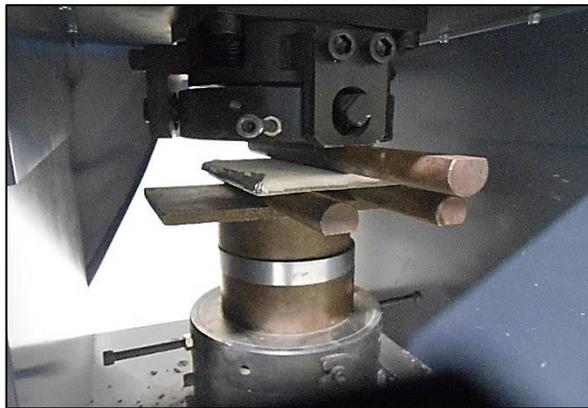


Figura 8. Resistencia a la flexión panel interior

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Auto

Antes de realizar esta prueba, se deben verificar las dimensiones y el peso del panel, se marca en el centro de cada panel, así como en los lados, por lo que será sometida a este ensayo, después se prepara la maquina Shimadzu como se observa en la figura nueve.

Se coloca apoyos debajo de ella y en la parte lateral, se debe verificar que el centro de esta coincida con el eje puntual, se usa también una varilla lisa, la cual reparte uniformemente la carga aplicada a lo largo del panel. Se muestran resultados de acuerdo con la siguiente tabla número 15.

Tabla 15. Resistencia a la flexión de paneles interiores

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	MEDIDAS (cm)			PESO (KG)	FLEXION	
	Buena	Media	Mala		Fácil	Medio	Difícil		Largo	Ancho	Espesor		Carga N	Tensión N/mm ²
1	x			Madera	x			3	18	18	1,6	0,190639	183	0,05646
2	x			Madera	x			3	18	18	1,7	0,303617	47,37	0,00146
3		x		Madera	x			3	18	18	1,6	0,131788	184,38	0,00569
4		x		Madera	x			3	18	18	1,1	0,159285	283,88	0,00876
5				Madera	x			3	18	18	1,5	0,288395	36,26	0,00136
6		x		Madera	x			3	18	18	1,1	0,328412	72,27	0,00439
7	x	x		Madera	x			3	18	18	1,3	0,340335	172,77	0,00653
8	x			Madera	x			3	18	18	1,4	0,276903	85,19	0,00263
9	x			Madera	x			3	18	18	1,2	0,289282	50,86	0,00157
10	x			Madera	x			3	18	18	1,4	0,267796	-	-
11	x			Madera	x			3	18	18	1,2	0,282113	-	-
12	x			Madera	x			3	18	18	1,4	0,290533	125,27	0,00311
13	x			Madera	x			3	18	18	1,2	0,282718	136,38	0,00421
14	x			Madera	x			3	18	18	1,2	0,304784	745,46	0,02301

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: El Autor

Resultados de la prueba de resistencia a la flexión de paneles interiores

Tabla 16. Resultados de resistencia a la flexión de paneles interiores

PANELES INTERIORES					
Nro. Experimento	Luz (L) mm	Fondo (b) mm	Canto (h) mm	Carga (F) N	Rf N/mm ²
1	90	180	16	182,94	0,54
2	90	180	17	47,37	0,12
3	90	180	16	184,38	0,54
4	90	180	11	283,88	1,76
5	90	180	15	36,26	0,12
6	90	180	11	72,27	0,45
7	90	180	13	172,77	0,77
8	90	180	14	85,19	0,33
9	90	180	12	50,86	0,26
10	90	180	14	-	-
11	90	180	12	-	-
12	90	180	14	125,27	0,48
13	90	180	12	136,38	0,71
14	90	180	12	745,46	3,88

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor.

De acuerdo con la formula $Rf = \frac{3}{2} x \frac{F}{b} x \frac{L}{h^2}$, (SAVUNISEVILLA, 2014). Se observa los resultados en la tabla número 16, el experimento 10 y 11 no tienen resultado, porque al ubicar estos paneles en la maquina SHIMADZU se quebraron, se ubicó la barilla en el centro de ellos quien era encargada de repartir la carga.

Se dio como resultado que estaban demasiado frágiles con respecto a los demás paneles. De acuerdo con estos resultados se comparó con el panel de marca Gypsum, de medidas de 18 cm x 18 cm con 12 mm de espesor, para comparar si la resistencia es mayor o igual que este panel.

Tabla 17.Resultados de Resistencia a la flexión del panel Gypsum

PANEL GYPSUM					
Nro. Experimento	Luz (L) mm	Fondo (b) mm	Canto (h) mm	Carga (F) N	Rf N/mm ²
1	90	180	12	192,64	1,00

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

Se realizó una comparación de la tabla número 16 y 17, es decir que el experimento 1, 3, 7,13 son los que redondean y dan una resistencia igual a la del panel que venden los proveedores (Gypsum), sin embargo los experimentos 4 y 14 sobrepasan esta resistencia.

Para lo cual si se tendría que elegir por resistencia servirían los experimentos dieciséis y diecisiete que sobrepasan el límite del que normalmente venden en el mercado, pero si se quiere igualar se tomaría cualquiera de los nombrados anteriormente 1,3,7 o 13.

3.2.2. Acústica de Paneles Interiores

Para la prueba de acústica de los paneles interiores, se realizó en 3 métodos:

Continuo: para poder medir este tipo de ruido se lo hizo con un secador, el mismo que opera sin interrupción, los materiales que se usaron fueron; un sonómetro, el panel interior del experimento catorce y una esponja fonoabsorbente. De acuerdo con los decibeles del sonómetro, en la tabla Nro. 18 se muestran los resultados:

Tabla 18. Acústica ruido continuo

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	MEDIDAS (cm)			PESO (KG)	ACUSTICA (Continuo-dB)	
	Buena	Media	Mala		Fácil	Medio	Difícil		Largo	Ancho	Espesor		Sin Panel	Con Panel
14	x			Madera	x			3	18	18	1,2	0,304784	68,9	64,3

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: El Autor

Con los datos obtenidos en la tabla número 18, se realiza una diferencia entre ambos resultados para saber cuánto es la disminución del sonido continuo, por ello si 68,9 dB es el ruido sin ubicar el panel y 64,3 dB al ubicar el panel la diferencia es de un 4,6 dB es decir con un porcentaje de 6,68%.

De acuerdo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente según el artículo 55 dice que en 8 horas de trabajo el nivel sonoro mínimo es de 85 dB por tanto este tipo de ruido no es malo para la salud ocupacional según los resultados obtenidos.

Blanco: para poder medir este tipo de ruido se lo hizo con las voces de un parque infantil porque contiene todas las frecuencias con la misma amplitud, los materiales que se usaron fueron, un sonómetro, el panel interior del experimento catorce, y una esponja fonoabsorbente. De acuerdo con los decibeles del sonómetro, en la tabla Nro.19 se muestran los resultados:

Tabla 19. Acústica ruido blanco

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	RETRACCION (cm)			PESO (KG)	ACUSTICA (ruido blanco-dB)	
	Buena	Media	Mala		Fácil	Medio	Difícil		Largo	Ancho	Espesor		Sin Panel	Con Panel
14	x			Madera	x			3	18	18	1,2	0,304784	68,2	59,5

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: El Autor.

Con los datos obtenidos en la tabla número 19, se realiza una diferencia entre ambos resultados para saber cuánto es la disminución del sonido blanco, por ello si 68,2 dB es el ruido sin ubicar el panel y 54,5 dB al ubicar el panel la diferencia es de un 8,7 dB es decir con un porcentaje de 12,76%.

De acuerdo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente según el artículo 55 dice que, en 8 horas de trabajo, el nivel sonoro mínimo es de 85 dB por tanto este tipo de ruido no es malo para la salud ocupacional según los resultados obtenidos.

Rosa: para poder medir este tipo de ruido se lo hizo en el laboratorio de física porque su nivel de frecuencia es constante, los materiales que se usaron fueron; un sonómetro, el panel interior del experimento catorce, y una esponja fonoabsorbente. De acuerdo con los decibeles del sonómetro en la tabla Nro. 20 se muestran los resultados.

Tabla 20. Acústica ruido rosa

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	RETRACCION (cm)			PESO (KG)	ACUSTICA (Ruido Rosa- dB)	
	Buena	Media	Mala		Fácil	Medio	Difícil		Largo	Ancho	Espesor		Sin Panel	Con Panel
14	x			Madera	x			3	18	18	1,2	0,304784	85,1	80,4

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: Por el autor

Con los datos obtenidos en la tabla número 20, se realiza una diferencia entre ambos resultados para saber cuánto es la disminución del sonido rosa, por ello si 85,1 dB es el ruido sin ubicar el panel y 80,4 dB al ubicar el panel la diferencia es de un 4,7 dB es decir con un porcentaje de 5,53%.

De acuerdo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente según el artículo 55 dice que, en 8 horas de trabajo, el nivel sonoro mínimo es de 85 dB por tanto este tipo de ruido a pesar de ser el más alto de lo demás sin el panel y al tener precisamente el número mínimo, no es malo durante las horas previstas para la salud ocupacional según los resultados obtenidos.

3.2.3. Prueba de Transmisión Térmica de Paneles Interiores

Para realizar esta prueba primeramente se toma en cuenta la temperatura inicial de la plancha, como indica la figura diez, ya que la que se ve en la imagen no es la correcta, luego se ubica la placa de yeso en ella dejándola por unos tres minutos hasta que se establezca nuevamente la temperatura, se puede visualizar en la figura once y por último se toma la temperatura del panel puesto en la plancha así como se muestra en la figura doce.



Figura 9. Temperatura de la plancha

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 10. Temperatura del panel interior

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 11. Temperatura del panel Interior con los termómetros

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

Se obtienen los siguientes datos según las ecuaciones mencionadas anteriormente, tomando en cuenta que la conductividad térmica se mide en W/m.K, dando como resultado 11,94 w/m.K

Datos

$$T_{\text{hotface}} = 56,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{coldface}} = 37,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 600 \text{ w}$$

$$A = 0,0324 \text{ m}^2$$

$$\Delta x_{\text{int}} = 0,012 \text{ m}$$

Aplicación de Ecuaciones

$$K = \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$K = 56,1 \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$K = 329,25$$

$$K = \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$K = 37,5 \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$K = 310,65$$

$$\Delta T_{\text{int}} = T_{\text{hotface}} - T_{\text{coldface}}$$

$$\Delta T_{\text{int}} = 329,25 - 310,65$$

$$\Delta T_{\text{int}} = 18,6 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$k_{\text{int}} = \Delta x_{\text{int}} \times Q / \Delta T_{\text{int}} \times A_{\text{int}}$$

$$k_{\text{int}} = 0,012\text{m} \times 600 \text{ w} / 18,6 \text{ K} \times 0,0324 \text{ m}^2$$

$$k_{\text{int}} = 11,94 \text{ w/m.K}$$

3.2.4. Prueba de densidad Absoluta de Paneles Interiores

Para sacar la densidad del panel interior de yeso según la figura 13, primeramente, se pesa la pequeña muestra del panel en la balanza, luego se ubica agua en una probeta milimetrada (figura 14), para luego ser ubicada la muestra en él y saber cuál es el volumen obteniendo (figura 15).



Figura 12. Peso de una parte del panel interior

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 13. Probeta con agua

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

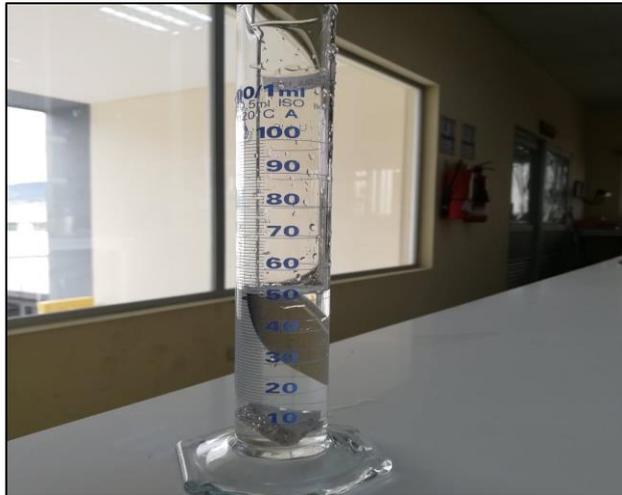


Figura 14. Probeta con agua y panel

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

De acuerdo con los datos de las figuras 13,14, y 15 se aplica la fórmula de densidad absoluta (Gutierrez, 2012). Dando como resultado una densidad de $0,744 \text{ g/cm}^3$.

Datos

$$m = 2,332 \text{ g}$$

$$V = 3 \text{ ml}$$

Transformación de ml a cm^3

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$$

$$3 \text{ ml} = X$$

$$X = 3 \text{ cm}^3$$

$$\rho = m/V$$

$$\rho = \frac{2,232 \text{ g}}{3 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 0,744 \text{ g/cm}^3$$

Para la caracterización del panel Externo se sometió a distintas pruebas mismas que se clasifican en:

Pruebas de Laboratorio: Flexión, Acústica, Densidad y Transmisión térmica

Pruebas de Campo: Agentes Externos

3.2.5. Resistencia a la flexión

Antes de realizar esta prueba, se deben verificar las dimensiones y el peso del panel, se marca en el centro de cada panel así como en los lados, por lo que será sometida a este ensayo, después se prepara la maquina Shimadzu, (figura 16) colocando apoyos debajo de ella y en la parte lateral, se debe verificar que el centro de la misma coincida con el eje puntual, se usa también una varilla lisa, la cual reparte uniformemente la carga aplicada a lo largo del panel.



Figura 15. Resistencia a la flexión panel exterior

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Los resultados obtenidos de los seis experimentos se observan en la tabla numero 21 donde describe el número de experimento, su trabajabilidad, es decir si fue buena, media o mala según como se lo trabajo. Tipo de molde, desmoldado, se refiere a que fácil, medio o difícil fue sacar el producto del molde. También indican las medidas que se usaron y la resistencia a la flexión, es decir su carga en Newton y su tensión.

Tabla 21. Resistencia a la flexión de paneles exteriores

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	MEDIDAS (cm)			PESO (KG)	FLEXION	
	Parte Externa	Buena	Media		Mala	Fácil	Medio		Difícil	Largo	Ancho		Espesor	Carga N
1	x			Cartón	x			5	18	18	2,3	1) 1,31 2) 1,22 3) 1,17	1) 323,3 2) 636,42 3) 172,93	1) 0,00998 2) 0,01964 3) 0,00534
2		18	18						2,1					
3		18	18						1,8					
Parte Interna	Buena	Media	Mala						Largo	Ancho	Espesor			
1	x								18	18	2,3			
2		18	18						2,1					
3		18	18	1,8										
Parte Externa	Buena	Media	Mala	TIPO DE MOLDE	Fácil	Medio	Difícil	Tiempo de secado (días)	Largo	Ancho	Espesor	PESO (KG)	Carga N	Tensión N/mm ²
4	x			Cartón	x			5	18	18	2,2	4) 1,53 5) 1,29 6) 1,28	4) 636,73 5) 45,14 6) 546,77	4) 0,48501 5) 0,03438 6) 0,41649
5		18	18						2,1					
6		18	18						2,1					
Parte Interna	Buena	Media	Mala						Largo	Ancho	Espesor			
4	x								18	18	2,2			
5		18	18						2,1					
6		18	18	2,1										

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: Por el Autor

3.2.6. Resultados de la prueba de resistencia a la flexión de paneles Exteriores

Tabla 22. Resultados de Resistencia a la flexión de paneles exteriores

PANELES EXTERIORES					
Nro. Experimento	Luz (L) mm	Fondo (b) mm	Canto (h) mm	Carga (F) N	Rf N/mm ²
1	90	180	23	323,3	0,46
2	90	180	21	636,42	1,08
3	90	180	18	172,93	0,40
4	90	180	22	636,73	0,99
5	90	180	21	45,14	0,08
6	90	180	21	546,77	0,93

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

De acuerdo con la formula $Rf = \frac{3}{2} x \frac{F}{b} x \frac{L}{h^2}$, (SAVUNISEVILLA, 2014). Se observa los resultados en la tabla número 22, con ellos se comparó la resistencia de flexión del concreto, donde debe tener una aproximación de 10 Kg/cm² (Rivera, 2017). lo que daría un total de 980.665 N/mm².

Esta resistencia ayuda para aquellos paneles que tengan un grosor de entre 35 mm a 40 mm que es lo que vende normalmente la Marca Rey en estos paneles, puesto a que hay varios tipos según el grosor, los que se fabricó fueron para fachadas con un grosor de 21 mm como permabase, por tanto, la resistencia es parecida a la de los paneles interiores.

3.2.7. Acústica Paneles Exteriores

Para la prueba de acústica de los paneles Exteriores, se realizó en 3 métodos:

Continuo: para poder medir este tipo de ruido se lo hizo con un secador, el mismo que opera del mismo modo sin interrupción, los materiales que se usaron fueron, un sonómetro, el panel exterior del experimento dos, y una esponja de material fonoabsorbente. De acuerdo con los decibeles del sonómetro en la tabla Nro. 23 se muestran los resultados.

Tabla 23. Acústica ruido continuo

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	MEDIDAS (cm)			PESO (KG)	ACUSTICA (Continuo-dB)	
	Buena	Media	Mala		Fácil	Medio	Difícil		Largo	Ancho	Espesor		Con Panel	Sin panel
2	x			Cartón	x			5	18	18	1,7	1,22	63,9	71,9

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: Por el autor

Con los datos obtenidos en la tabla número 23, se realiza una diferencia entre ambos resultados para saber cuánto es la disminución del sonido continuo, por ello si 63,9 dB es el ruido al ubicar el panel y 71,9 dB sin ubicar el panel la diferencia es de un 8 dB es decir con un porcentaje del 11,13 %.

De acuerdo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente según el artículo 55 dice que, en 8 horas de trabajo, el nivel sonoro mínimo es de 85 dB por tanto este tipo de ruido a no es malo durante las horas previstas para la salud ocupacional según los resultados obtenidos

Blanco: para poder medir este tipo de ruido se lo hizo con las voces de un parque infantil porque contiene todas las frecuencias con la misma amplitud, los materiales que se usaron fueron; un sonómetro, el panel exterior del experimento dos, y una esponja de material fonoabsorbente. De acuerdo con los decibeles del sonómetro en la tabla Nro. 24 se muestran los resultados.

Tabla 24. Acústica ruido blanco

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	MEDIDAS (cm)			PESO (KG)	ACUSTICA (Blanco-dB)	
	Buena	Media	Mala		Fácil	Medio	Difícil		Largo	Ancho	Espesor		Con Panel	Sin panel
2	x			Cartón	x			5	18	18	1,7	1,22	55,3	66,4

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: El Autor

Con los datos obtenidos en la tabla número 24, se realiza una diferencia entre ambos resultados para saber cuánto es la disminución del sonido continuo, por ello si 55,3 dB es el ruido al ubicar el panel y 66,4 dB sin ubicar el panel la diferencia es de un 11,1 dB es decir con un porcentaje de 16,72%.

De acuerdo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente según el artículo 55 dice que, en 8 horas de trabajo, el nivel sonoro mínimo es de 85 dB por tanto este tipo de ruido a no es malo durante las horas previstas para la salud ocupacional según los resultados obtenidos

Rosa: para poder medir este tipo de ruido se lo hizo en el laboratorio de física porque su nivel sonoro de frecuencia es constante, los materiales que se usaron fueron; un sonómetro, el panel exterior del experimento seis, y una esponja de material fonoabsorbente. De acuerdo con los decibeles del sonómetro en la tabla Nro. 25 se muestran los resultados.

Tabla 25. Acústica ruido rosa

EXPERIMENTO Nro.	Trabajabilidad			TIPO DE MOLDE	DESMOLDADO			Tiempo de secado (días)	MEDIDAS (cm)			PESO (KG)	ACUSTICA (Rosa-dB)	
	Buena	Media	Mala		Fácil	Medio	Difícil		Largo	Ancho	Espesor		Con Panel	Sin panel
2	x			Cartón	x			5	18	18	1,7	1,22	83,6	95,9

Fuente: (Abad, 2012)

Elaborado por: El Autor

Con los datos obtenidos en la tabla número 25, se realiza una diferencia entre ambos resultados para saber cuánto es la disminución del sonido rosa, por ello si 83,6 dB es el ruido al ubicar el panel y 95,9 dB sin ubicar el panel la diferencia es de un 12,3 dB es decir con un porcentaje de 12,83 %.

De acuerdo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente según el artículo 55 dice que, en 8 horas de trabajo, el nivel sonoro mínimo es de 85 dB por tanto este tipo de ruido a no es malo durante las horas previstas para la salud ocupacional según los resultados obtenidos al ubicar el panel pero si se llegara a trabajar con ese mínimo de horas, sin tener como material el panel, el ruido sobrepasa y eso ya es un problema perjudicial para la salud ocupacional de un trabajador.

3.2.8. Pruebas de Campo de Panel Exterior

Agentes Externos

Para realizar esta prueba se usaron tres muestras las cuales fueron colocadas en la ciudad de Loja de la ciudadela Julio Ordoñez (figura 7), con el objetivo de exponerlos a los distintos microclimas que se presentan en la ciudad para esta prueba se consideró: lluvia, Sol (Rayos UV) y humedad. Se llevó a cabo un control fotográfico, para observar los posibles cambios que se pueden presentar en las muestras con respecto a: disgregación, deformación o decoloración.



Figura 16. Panel Exterior en pruebas de lluvia

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 17. Prueba de sol panel exterior

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 18. Prueba de humedad panel exterior

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

Al realizar las pruebas de agentes externos en la placa exterior de cemento, según los diferentes microclimas, se observa el resultado, en la figura 17 el panel es expuesto a la lluvia, durante un mes, el cual absorbe el agua pero que no parte el panel.

En la figura 18 se muestra el panel expuesto al sol, en este caso no tiene ningún cambio durante el trayecto. En la figura 19 el panel es expuesto a la humedad, se observa que absorbe agua simplemente una esquina de la placa, en la cual durante el tiempo en que se dejó la prueba, no presento ningún crecimiento bacterial o fúngico.

3.2.9. Pruebas de Transmisión Térmica de Panel Exterior

Para realizar esta prueba primeramente se toma en cuenta la temperatura inicial de la plancha, como indica la figura veinte, ya que la que se ve en la imagen no es la correcta, luego se ubica la placa de yeso en ella dejándola por unos tres minutos hasta que se establezca nuevamente la temperatura, se puede visualizar en la figura veintiuno y por último se toma la temperatura del panel puesto en la plancha así como se muestra en la figura veintidós.



Figura 19. Temperatura de la plancha dos

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 20. Temperatura del panel exterior

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 21. Temperatura del panel exterior con los termómetros

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

Se obtienen los siguientes datos según la fórmula de la figura 7, tomando en cuenta que la conductividad térmica se mide en W/m.K dando como resultado 19,92 W/m.K.

Datos

$$T_{\text{hotface}} = 56,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{coldface}} = 40,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 600 \text{ w}$$

$$A = 0,0324 \text{ m}^2$$

$$\Delta x_{\text{int}} = 0,017 \text{ m}$$

Aplicación de Formulas

$$K = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15$$

$$K = 56,1 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15$$

$$K = 329,25$$

$$K = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15$$

$$K = 40,3 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15$$

$$K = 313,45$$

$$\Delta T_{\text{int}} = T_{\text{hotface}} - T_{\text{coldface}}$$

$$\Delta T_{\text{int}} = 329,25 - 313,45$$

$$\Delta T_{\text{int}} = 15,8 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$k_{\text{int}} = \Delta x_{\text{int}} \times Q / \Delta T_{\text{int}} \times A_{\text{int}}$$

$$k_{\text{int}} = 0,017 \text{ m} \times 600 \text{ w} / 15,8 \text{ K} \times 0,0324 \text{ m}^2$$

$$k_{\text{int}} = 19,92 \text{ W/m.K}$$

Pruebas de Densidad Absoluta de Panel Exterior

Para sacar la densidad del panel exterior de cemento según las figuras 23, primeramente, se pesa la pequeña muestra del panel en la balanza, luego se ubica agua en una probeta milimetrada (figura 24), para luego ser ubicada la muestra en él y saber cuál es el volumen obteniendo (figura 25).



Figura 22. Peso de pedazo de panel exterior

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 23. Probeta con agua dos

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 24. Probeta con pedazo de panel exterior

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

De acuerdo con los datos de las figuras 22,23, y 24 se aplica la fórmula de densidad absoluta (Gutierrez, 2012). Dando como resultado una densidad de $3,28 \text{ g/cm}^3$.

Datos

$$m = 6,563 \text{ g}$$

$$V = 2 \text{ ml}$$

Transformación de ml a cm^3

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$$

$$2 \text{ ml} = X$$

$$X = 2 \text{ cm}^3$$

$$\rho = m/V$$

$$\rho = \frac{6,563 \text{ g}}{2 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 3,28 \text{ g/cm}^3$$

3.3. Absorción de agua de placa interior de yeso y placa exterior de cemento

Para efectuar esta prueba, mediante los trozos utilizados para realizar las pruebas de densidad que fueron ubicados en la probeta de agua, se pesaron en la balanza con y sin agua para mediante ello obtener el porcentaje.



Figura 25. Peso de panel exterior sin agua

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor



Figura 26. Peso de panel exterior con agua

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor



Figura 27. Peso de panel interior con agua

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor



Figura 28. Peso de panel interior sin agua

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

Para los paneles exteriores se observa la diferencia en las figuras 25 y 26, donde 7,444 g es lo que aumento comparado con el peso inicial de 6,563 g, por lo tanto, la diferencia de absorción de agua en esta placa es de 0,881 g con un porcentaje de 11,84 %. Para lo paneles interiores se aplicó el mismo procedimiento, pero con diferentes datos en este caso 3,231 g, con un peso inicial de 2,232 g por tanto la diferencia de absorción de agua para placa interior es de 0,999 g con un porcentaje de 30,92%.

3.4. Control de la calidad para paneles prefabricados interiores y exteriores

Para llevar a cabo el control de calidad de los paneles interiores y exteriores primeramente se verifica cualquier deficiencia o defecto, mediante un plan de gestión, que supervise los productos salientes en este caso las placas, otro factor importante que tomaría en cuenta es la materia prima que se utilizó para ambos paneles que incluye la tecnología de producción.

Esta tiene que estar bien implementada con todas sus características para poder realizarlos, ya que con maquinaria adecuada se realizaría más paneles en menor tiempo y con precisión a la hora del peso y medición; durante este proceso se asegurara la calidad en todas las etapas de producción es decir el control de calidad en la materia prima, maquinarias, y selección de los mejores paneles.

Tabla 26. Ficha técnica de panel interior

PANEL INTERIOR		
Descripción	Panel a base de yeso, agua, goma y cal, cubierto por ambos lados de papel reciclado, el papel de la cara cubre las orillas biseladas del panel a todo lo largo para mayor fortalecimiento y protección del núcleo.	
Aplicaciones	Utilizados generalmente sobre una estructura formada por perfiles especiales de aluminio, e incluso en estructuras de madera, pues tienen una facilidad en puesta de obra	
Proceso de aplicación	Estructuras Steel Framing	
Propiedades generales		
	Unidades	Valor
Peso	kg	0,190639
Densidad	g/cm ³	0,744
Absorción de agua	%	30,92
Transmisión térmica	W/m.K	11,94
Propiedades Físicas		
Resistencia a la Flexión	N/mm ²	0,54
Acústica- Continuo	%	6,68
Acústica- Blanco	%	12,76
Acústica- Rosa	%	5,53
Dimensiones Nominales		
Espesor	Ancho	Longitud
12 mm	18 cm	18 cm

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

Tabla 27. Ficha técnica de panel exterior

PANEL EXTERIOR		
Descripción	Panel a base de cemento, arena fina y gruesa, agua, cal, con fibras de nylon y cubierto cartón reciclado en las 2 caras superiores, cubre las orillas biseladas del panel a todo lo largo para mayor fortalecimiento y protección del núcleo.	
Aplicaciones	Utilizados generalmente sobre una estructura formada por perfiles especiales de aluminio, e incluso en estructuras de madera, pues tienen una facilidad en puesta de obra	
Proceso de aplicación	Estructuras Steel Framing	
Propiedades generales		
	Unidades	Valor
Peso	kg	1,22
Densidad	g/cm ³	3,28
Absorción de agua	%	11,84
Transmisión térmica	W/m.K	19,92
Propiedades Físicas		
Resistencia a la Flexión	N/mm ²	1,08
Acústica- Continuo	%	11,13
Acústica- Blanco	%	16,72
Acústica- Rosa	%	12,83
Dimensiones Nominales		
Espesor	Ancho	Longitud
21 mm	18 cm	18 cm

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

3.5. Propuesta de producción local de bajo costo de los dos tipos de panel

En la tabla número 28 se muestra la materia prima con sus costos de menor a mayor, lo que define que para realizar un panel interior estándar de 1,22 m x 2,44m y 12mm de espesor, nos fijamos en los costos que están de color rojo, lo que implica mucho los materiales que se utilice para fabricarlos, por tanto se ha elegido los experimentos que menos cantidad de porcentaje de material usen y que su resistencia sea mayor o igual a uno.

Tabla 28. Costos de materia prima-Paneles Interiores

Panel Interior							
Materia Prima	Medidas	Cantidad lb	Costo	Cantidad-Sacos lb	Costo <	Cantidad sacos	Costo >
Yeso	18cm x	1	0.35 ctv.	110	\$7.50	5	\$15.90
Cal	18cm	1	0.20 ctv.	110	\$8.00	5	\$6.15
Materia Prima	2.5 mm de espesor	Cantidad tarro	Costo	Cantidad galón	Costo	Cantidad galón	Costo
Cola Blanca		1	\$2.50	1	\$6.40	6	\$35.00
Total			\$3.05		\$31.90		\$57.05

Fuente: Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

En la tabla número 29 se muestra los resultados de acuerdo con los materiales que se usaron para fabricarlo lo que nos dio un total de \$4,55 significa que es factible realizarlo solamente con yeso y agua, comparando con el panel interior de Gypsum que cuesta \$8,97, este experimento tiene la misma resistencia que el Gypsum, los cálculos se los realizo de la siguiente manera.

Se realiza una regla de tres, donde una libra de yeso tiene en gramos 453,592 y el costo de ellos es de \$0,020 si necesitamos 250 g el costo será de \$0,011, lo mismo se realiza para el agua, un litro tiene 1000 ml que cuesta \$0.120 si necesitamos 325 litros nos costara \$0,039 sumando ambas materias primas nos da un total de \$0,050 y esa cantidad multiplicándola para los 91 paneles de 18cm x 18 cm nos da un total de \$4,55.

Tabla 29. Costo de experimento Nro. 1

PANELES INTERIORES								Observación
Experimento Nro. 1.	Materia prima	Cantidad	Sacos	Lb	costo	cada saco	Total	
	yeso	250 g	5	110	\$15,9	\$3,18	\$0,029	Para completar un panel estándar de 1,22 x 2,44 m, se necesitan 91 paneles de 18 x18 cm, por tanto, al sumar las cantidades en color naranja se multiplica por los 91 para saber el costo total de un panel estándar con estos materiales.
	Materia prima	Cantidad	Botella	lt	costo		Total	
	agua	365ml	5	20	\$ 2,5		\$0,125	
	YESO			AGUA			Total	
	1lb tiene en g	453,592	\$0,020	1lt tiene en ml	1000	\$0,120	\$0,050	
	250 g	\$0,011		325 g	\$0,039	\$4,55		

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

En la tabla número 30 se muestra los resultados de acuerdo a los materiales que se usaron para fabricarlo lo que nos dio un total de \$28,21 significa que no es factible realizarlo ya que se usa yeso, agua, y goma, comparando con el panel interior de Gypsum que cuesta \$8,97,

no resulta con respecto al costo, este experimento tiene la misma resistencia que el Gypsum, los cálculos se los realizó mediante una regla de tres.

Donde una libra de yeso tiene en gramos 453,592 y el costo de ellos es de \$0,020 si necesitamos 250 g el costo será de \$0,011, para el agua, un litro tiene 1000 ml que cuesta \$0.120 si necesitamos 182,5 litros nos costará \$0,02. Para la goma un litro tiene 1000 ml que cuesta 1,54 si se necesita 182,5 litros costará \$0,28 sumando estas tres materias primas nos da un total de \$0,31 y esa cantidad multiplicándola para los 91 paneles de 18cm x 18 cm nos da un total de \$28,21.

Tabla 30. Costo de experimento Nro. 3

PANELES INTERIORES									
Experimento Nro. 3.	Materia prima	Cantidad	Sacos	Lb	costo	Cada saco	Total	Observación	
	yeso	250 g	5	110	\$15,9	\$3,18	\$0,029		
	Materia prima	Cantidad	Botella	lt	costo	-	Total		
	agua	182,5 ml	5	20	\$2,5	-	\$0,125		
	Materia prima	Cantidad	Galones	-	costo	lt	Total		
	goma	182,5 ml	6	-	\$5,83	1	\$1,54		
	YESO			AGUA					
	1lb tiene en g	453,592	\$0,020	1lt tiene en ml	1000	\$0,120	-		
		250 g	\$0,01		182,5 ml	\$0,02	-		
	GOMA			Materias primas					
1lt tiene en ml	1000	\$1,54	Total, de yeso goma, agua		Total				
	182,5 ml	\$0,28	\$0,31		\$28,21				

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

En la tabla número 31 se muestra los resultados de acuerdo a los materiales que se usaron para fabricarlo lo que nos dio un total de \$28,21 significa que no es factible realizarlo ya que se usa yeso, agua, goma y cal, comparando con el panel interior de Gypsum que cuesta \$8,97, no resulta con respecto al costo, este experimento tiene la misma resistencia que el Gypsum, los cálculos se los realizó mediante una regla de tres.

Donde una libra de yeso tiene en gramos 453,592 y el costo de ellos es de \$0,020 si necesitamos 62,5 g el costo será de \$0,002, para el agua, un litro tiene 1000 ml que cuesta \$0.120 si necesitamos 182,5 litros nos costará \$0,02. Para la goma un litro tiene 1000 ml que cuesta 1,54 si se necesita 182,7 litros costará \$0,28. Para la cal una libra tiene en gramos

453,592 que cuesta \$0,02 si se necesita 187,5g costará \$0,008 sumando estas cuatro materias primas nos da un total de \$0,31 y esa cantidad multiplicándola para los 91 paneles de 18cm x 18 cm nos da un total de \$28,21.

Tabla 31. Costo experimento Nro. 7

PANELES INTERIORES									
Experimento Nro. 7	Materia prima	Cantidad	Sacos	Lb	costo	Cada saco	Total	Observación	
	yeso	187,5 g	5	110	\$15,9	\$3,18	\$0,029		Para completar un panel estándar de 1,22 x 2,44 m, se necesitan 91 paneles de 18x18 cm, por tanto, al sumar las cantidades en color naranja se multiplica por los 91 para saber el costo total de un panel estándar con estos materiales.
	Materia prima	Cantidad	Botella	lt	costo	-	Total		
	agua	292 ml	5	20	\$2,5	-	\$0,125		
	Materia prima	Cantidad	Galones		costo	lt	Total		
	goma	73 ml	6		\$5,83	1	\$1,54		
	Materia prima	Cantidad	Sacos	Lb	costo	Cada saco	Total		
	cal	62,5	5	110	\$6,15	\$1,23	\$0,01		
	YESO			AGUA			Total, Y,G,A,C		
	1lb tiene en g	453,592	\$0,020	1lt tiene en ml	1000	\$0,120			
	62,5 g	\$0,002		182,5 ml	\$0,02	\$0,31			
GOMA			CAL			Total			
1lt tiene en ml	1000	\$1,54	1lb tiene en g	453,592	\$0,02	\$28,21			
	182,7 ml	\$0,28		187,5 g	\$0,008				

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

En la tabla número 32 se muestra los resultados de acuerdo a los materiales que se usaron para fabricarlo lo que nos dio un total de \$14,56 significa que no es factible realizarlo ya que se usa yeso, agua, goma y cal, comparando con el panel interior de Gypsum que cuesta \$8,97, no resulta con respecto al costo, este experimento tiene la misma resistencia que el Gypsum, los cálculos se los realizó mediante una regla de tres.

Donde una libra de yeso tiene en gramos 453,592 y el costo de ellos es de \$0,020 si necesitamos 187,5 g el costo será de \$0,020, para el agua, un litro tiene 1000 ml que cuesta \$0.120 si necesitamos 292 litros nos costará \$0,04. Para la goma un litro tiene 1000 ml que cuesta 1,54 si se necesita 73 litros costará \$0,11. Para la cal una libra tiene en gramos 453,592 que cuesta \$0,02 si se necesita 62,50 g costará \$0,008 sumando estas cuatro materias primas nos da un total de \$0,16 y esa cantidad multiplicándola para los 91 paneles de 18cm x 18 cm nos da un total de \$14,56.

Tabla 32. Costo experimento Nro. 13

PANELES INTERIORES									
Experimento Nro. 13.	Materia prima	Cantidad	Sacos	Lb	costo	Cada saco	Total	Observación	
	yeso	187,5 g	5	110	\$15,9	\$3,18	\$0,029		Para completar un panel estándar de 1,22 x 2,44 m, se necesitan 91 paneles de 18 x18 cm, por tanto, al sumar las cantidades en color naranja se multiplica por los 91 para saber el costo total de un panel estándar con estos materiales.
	Materia prima	Cantidad	Botella	lt	costo	-	Total		
	agua	292 ml	5	20	\$2,5	-	\$0,125		
	Materia prima	Cantidad	Galones		costo	lt	Total		
	goma	73 ml	6		\$5,83	1	\$1,54		
	Materia prima	Cantidad	Sacos	Lb	costo	Cada saco	Total		
	cal	62,5	5	110	\$6,15	\$1,23	\$0,01		
	YESO			AGUA			Total, Y,G,A,C		
	1lb tiene en g	453,592	\$0,020	1lt tiene en ml	1000	\$0,120			
	187,5 g	\$0,008		292 ml	\$0,04				
GOMA			CAL			Total			
1lt tiene en ml	1000	\$1,54	1lb tiene en g	453,592	\$0,02	\$14,56			
	73 ml	\$0,11		62,50 g	\$0,002				

Fuente: El Autor
 Elaborado por: El Autor

Tabla 33. Costos de materia prima-Paneles Exteriores

Panel Exterior							
Materia Prima	Medidas	Cantidad/lb	Costo	Cantidad/saco	Costo	Cantidad/saco	Costo
Cemento	18cm x 18cm 3.25 mm de espesor	1 lb	0.15 ctv.	1	\$7.90	5	\$6.90
Arena Fina		1 carretilla	\$2.00	medio metro	\$18.00	metro	\$17.00
Arena Gruesa		2 carretilla	\$2.01	medio metro	\$12.00	metro	\$12.00
Cal		1 lb	0.20 ctv.	110lb	\$8.00	5	\$6.15
Nylon		1 rollo	\$1.50	12 rollos	\$18.00	12 rollos	15.00
Total			\$ 5.85		\$63.90		\$57.05

Fuente: El Autor
 Elaborado por: El Autor

En la tabla número 33 se muestra la materia prima con sus costos de menor a mayor, lo que define que para realizar un panel exterior estándar de 1,22 m x 2,44m y 10 mm de espesor, nos fijamos en los costos que están de color rojo, sin embargo, implica mucho los materiales que se use para fabricarlos por tanto se ha elegido los experimentos que menos cantidad de porcentaje de material usan y su resistencia sea mayor o igual a uno.

Tabla 34. Costo de Experimento Nro. 2

PANELES EXTERIORES						
Experimento Nro. 2.	Materia prima	Total, a por mayor	Observación			
	Cemento	\$0,13	Para completar un panel estándar de 1,22 x 2,44 m, se necesitan 91 paneles de 18 x18 cm, por tanto, al sumar las cantidades en color naranja se multiplica por los 91 para saber el costo total de un panel estándar con estos materiales.			
	Agua	\$2,5				
	Arena fina	\$1,2				
	Arena gruesa	\$1,72				
	Cal	\$0,01				
	Nylon	\$1,25				
	Capa externa					
CEMENTO			AGUA			Total, materias primas
1lb tiene en g	453,592	\$0,13	1000	\$0,120	\$0,053	
	42 g	\$0,01	1lt tiene en ml	292 ml		\$0,04
ARENA FINA						Total
	1000000	\$17				\$4,81
1m de arena en cm ³	194,4 cm ³	\$0,01				
Capa interna						
CEMENTO			AGUA			Total, materias primas
	453,592	\$0,13	1000	\$0,120	\$0,04	
1lb tiene en g	53,04 g	\$0,01	1lt tiene en ml	12,5		\$0,01
ARENA GRUESA			CAL			Total
	1000000	12	453,592	\$0,02	\$0,146	
1m de arena en cm ³	300 cm ³	0,01	1lb tiene en g	9,3 g		\$0,01
TOTAL, DE LAS 3 CAPAS						\$13,28

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

En la tabla número 34 se muestra los resultados de acuerdo a los materiales que se usaron para fabricarlo lo que nos dio un total de \$13,28 significa que es factible realizarlo con los materiales mostrados en la tabla, comparando con el panel exterior Colombiano de mar Dryboard que cuesta \$23,53, los cálculos se los realizó mediante una regla de tres, primeramente la capa externa, una libra de cemento en gramos equivale a 453,592 que cuesta \$0,13 si se necesita 42 gramos nos dará un total de \$0,01.

Para la arena fina un metro en centímetros cúbicos equivale a 1000000 que cuesta \$17 si necesitamos 194,4 centímetros cúbicos nos costara \$0,01. Para el agua un litro en ml tiene 1000 que cuesta \$0,120 si necesitamos 292 nos costara \$0,04, sumando las tres materias

primas nos da un total de \$0,053. Ahora para la capa interna tenemos que una libra de cemento en gramos equivale a 453,592 lo que costara \$0,13 si necesito 53,04 gramos me costara 0,01.

Para la arena gruesa se tiene que un metro de arena en centímetros cúbicos equivale 1000000 que cuesta \$ 12 si se necesita 300 costara \$0,01. Para el agua si tenemos que un litro en ml equivale a 1000 que cuesta 0,120, si necesito 12,5 costara \$0,01. la Cal si una libra en gramos tiene 453,592 costará \$0,02 si se necesita 9,3 costará \$0,01 sumando estas materias primas nos dará un total de 0,04.

Para sacar la suma total tenemos que de acuerdo con el resultado de la capa externa y la interna sumarlas contando que la capa externa es dos la superior y la inferior por tanto nos da un total de \$ 0,146 a esa cantidad la multiplico por el número de paneles que ocupa un panel estándar es decir por 91 nos dará un total de \$13,28

Tabla 35. Costo Experimento Nro. 4

PANELES EXTERIORES						
Experimento Nro. 4.	Materia prima	Total, a por mayor		Observación		
	Cemento	\$0,13		Para completar un panel estándar de 1,22 x 2,44 m, se necesitan 91 paneles de 18 x18 cm, por tanto al sumar las cantidades en color naranja se multiplica por los 91 para saber el costo total de un panel estándar con estos materiales.		
	Agua	\$2,5				
	Arena fina	\$1,2				
	Arena gruesa	\$1,72				
	Cal	\$0,01				
	Nylon	\$1,25				
	Capa externa					
CEMENTO			AGUA		Total, materias primas	
1lb tiene en g	453,592	\$0,13	1lt tiene en ml	1000	\$0,120	\$0,07
	42 g	\$0,01		292 ml	\$0,04	
ARENA FINA			NYLON			
1m de arena en cm ³	1000000	\$17	1Kg tiene en g	45000	\$1,2	-
	194,4 cm ³	\$0,01		20 g	\$0,01	
Capa interna						
CEMENTO			AGUA		Total, materias primas	
1lb tiene en g	453,592	\$0,13	1lt tiene en ml	1000	\$0,120	\$0,04
	46,8 g	\$0,01		42,5 ml	\$0,01	
ARENA GRUESA			CAL		Total	
1m de arena en cm ³	1000000	\$12	1lb tiene en g	453,592	\$0,02	-
	300 cm ³	\$0,01		15,6 g	\$0,01	
TOTAL, DE LAS 3 CAPAS						\$16,38

Fuente: El Autor
Elaborado por: El Autor

En la tabla número 35 se muestra los resultados de acuerdo a los materiales que se usaron para fabricarlo lo que nos dio un total de \$13,28 significa que es factible realizarlo con los materiales mostrados en la tabla, comparando con el panel exterior Colombiano de mar Dryboard que cuesta \$23,53, los cálculos se los realizó mediante una regla de tres, primeramente la capa externa, una libra de cemento en gramos equivale a 453,592 que cuesta \$0,13 si se necesita 42 gramos nos dará un total de \$0,01.

Para la arena fina un metro en centímetros cúbicos equivale a 1000000 que cuesta \$17 si necesitamos 300 centímetros cúbicos nos costara \$0,01. Para el agua un litro en ml tiene 1000 que cuesta \$0,120 si necesitamos 292 nos costara \$0,04. Para las fibras de Nylon si un kilogramo tiene en gramos 45000 que cuesta \$1,2 si necesitamos 20 gramos costara \$0,01. Sumando las cuatro materias primas nos da un total de \$0,07.

Ahora para la capa interna tenemos que una libra de cemento en gramos equivale a 453,592 lo que costara \$0,13 si necesito 46,08 gramos me costara 0,01. Para la arena gruesa se tiene que un metro de arena en centímetros cúbicos equivale 1000000 que cuesta \$ 12 si se necesita 300 costara \$0,01. Para el agua si tenemos que un litro en ml equivale a 1000 que cuesta 0,120, si necesito 42,5 costara \$0,01.

La Cal si una libra en gramos tiene 453,592 costará \$0,02 si se necesita 15,6 costará \$0,01 sumando estas materias primas nos dará un total de 0,04. ahora para sacar la suma total, de acuerdo con el resultado de la capa externa y la interna las sumamos tomando en cuenta que la capa externa es dos, la superior y la inferior por tanto nos da un total de \$ 0,18 a esa cantidad la multiplico por el número de paneles que ocupa un panel estándar es decir por 91 por tanto nos dará un total de \$16,38

Tabla 36. Costo de experimento Nro. 6

PANELES EXTERIORES						
Experimento Nro. 6.	Materia prima	Total, a por mayor	Observación			
	Cemento	\$0,13	Para completar un panel estándar de 1,22 x 2,44 m, se necesitan 91 paneles de 18 x18 cm, por tanto, al sumar las cantidades en color naranja se multiplica por los 91 para saber el costo total de un panel estándar con estos materiales.			
	Agua	\$2,5				
	Arena fina	\$1,2				
	Arena gruesa	\$1,72				
	Cal	\$0,01				
	Nylon	\$1,25				
	Capa externa					
CEMENTO			AGUA			Total materias primas
	453,592	\$0,13		1000	\$0,120	
1lb tiene en g	42 g	\$0,01	1lt tiene en ml	292 ml	\$0,04	\$0,07
ARENA FINA			NYLON			Total
	1000000	\$17		45000	\$1,2	
1m de arena en cm ³	194,4 cm ³	\$0,01	1Kg tiene en g	20 g	\$0,01	\$0.14
Capa interna						
CEMENTO			AGUA			Total materias primas
	453,592	\$0,13		1000	\$0,120	
1lb tiene en g	59,3 g	\$0,01	1lt tiene en ml	42,5 ml	\$0,01	\$0,04
ARENA GRUESA			CAL			Total
	1000000	\$12		453,592	\$0,02	
1m de arena en cm ³	300 cm ³	\$0,01	1lb tiene en g	3,1 g	\$0,01	-
TOTAL DE LAS 3 CAPAS						\$16,38

Fuente: El Autor

Elaborado por: El Autor

En la tabla número 35 se muestra los resultados de acuerdo a los materiales que se usaron para fabricarlo lo que nos dio un total de \$13,28 significa que es factible realizarlo con los materiales mostrados en la tabla, comparando con el panel exterior Colombiano de mar Dryboard que cuesta \$23,53, los cálculos se los realizó mediante una regla de tres, primeramente la capa externa, una libra de cemento en gramos equivale a 453,592 que cuesta \$0,13 si se necesita 42 gramos nos dará un total de \$0, 01.

Para la arena fina un metro en centímetros cúbicos equivale a 1000000 que cuesta \$17 si necesitamos 194,4 centímetros cúbicos nos costara \$0,01. Para el agua un litro en ml tiene 1000 que cuesta \$0,120 si necesitamos 292 nos costara \$0,04. Para las fibras de Nylon si un kilogramo tiene en gramos 45000 que cuesta \$1,2 si necesitamos 20 gramos costara \$0,01. Sumando las cuatro materias primas nos da un total de \$0,07.

Ahora para la capa interna tenemos que una libra de cemento en gramos equivale a 453,592 lo que costara \$0,13 si necesito 59,03 gramos me costara 0,01. Para la arena gruesa se tiene que un metro de arena en centímetros cúbicos equivale 1000000 que cuesta \$ 12 si se necesita 300 costara \$0,01. Para el agua si tenemos que un litro en ml equivale a 1000 que cuesta 0,120, si necesito 42,5 costara \$0,01.

La Cal si una libra en gramos tiene 453,592 costará \$0,02 si se necesita 3,1 costará \$0,01 sumando estas materias primas nos dará un total de 0,04. Ahora para sacar la suma total, de acuerdo con el resultado de la capa externa y la interna las sumamos tomando en cuenta que la capa externa es dos la superior y la inferior por tanto nos da un total de \$ 0,18 a esa cantidad la multiplico por el número de paneles que ocupa un panel estándar es decir por 91 por tanto nos dará un total de \$16,38

CONCLUSIONES

Una de las propiedades generales que se obtuvo para el panel exterior e interior fue la densidad absoluta que sirvió para obtener la relación entre la masa y el volumen de ambos paneles, es decir para saber qué tan densos o menos densos son al comportarse con otros líquidos como el agua o el aceite.

Tanto al panel de yeso como al de cemento se les realizó la prueba de absorción de agua, la placa interna obtuvo una diferencia de 0,881 g con un porcentaje de 30,92%, mientras que la externa un 0,999 g con un porcentaje de 11,84%, lo que significa que el panel interno de yeso absorbe más cantidad de agua que la placa de cemento, por tanto le ayuda a mantener su propiedad, ya que al ser ubicada en la estructura mejora la seguridad de riesgos contra el fuego.

A ambos paneles se les hizo la prueba de transmisión térmica, para saber cuál es la conductividad que tiene cada uno de ellos, los resultados del panel interior fueron de 11,94 W/m.K mientras que para el panel exterior 19,92 W/m.K, por tanto se puede decir que la placa externa de cemento tiene una conductividad térmica casi semejante a la de la alpaca donde su valor es de 29,1 W/m.K.

Dentro de las propiedades físicas que ambos paneles tuvieron fue la de resistencia a la flexión, según los resultados la placa interna del experimento tiene 3,88 N/mm² por lo que se comparó con una placa de Gypsum que normalmente venden en el mercado haciendo la prueba para esta también, la resistencia que tiene es de 1,00 N/mm², lo que significa que la tenacidad del panel fabricado es mayor que la que venden en el mercado.

La placa de cemento externa tuvo una resistencia a la flexión de 1,08 N/mm² con este dato y al tener un grosor de 21 mm la placa solo serviría como fachada o permabase según las propiedades de los resultados, si la placa hubiera sido el doble de su grosor la resistencia aumentaría y se compararía con las del mercado, ya que las que normalmente venden, su grosor es de 44 mm hasta 50 mm.

El panel de yeso interior y el panel de cemento exterior tuvieron que pasar por la prueba acústica de sonido continuo, blanco y rosa, según los resultados la placa interna tuvo un total de porcentaje de 6,68% 12,76% 5,53% mientras que la placa externa obtuvo un total de 11,13% 16,72% 12,83% con estos resultados se comprueba los decibeles que suben o bajan cuando se ubica el panel para poder comparar con el artículo 55 del reglamento de seguridad, salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Al ubicar la placa exterior en los diferentes microclimas como el sol la humedad y el agua, se observó que no existen ningún cambio alguno, según los resultados al ubicar la placa en el sol durante ese tiempo no se quebraba, en la lluvia solamente se humedecía el panel, pero al siguiente día amanecía seco, y lo más importante no estaba partido, al dejar el panel en un lugar húmedo se esperaba que se le adhiriera algún tipo de hongo como el moho, pero solamente se humedeció una esquina del panel.

Dentro de los objetivos se planteó realizar un propuesta de producción local de ambos paneles por lo que en los resultados se concluye que el panel interior de yeso se puede fabricar de acuerdo al experimento número uno con un costo de \$4,55, el experimento 3,7y 13 sus precios son altos por el porcentaje de materia prima extra que se les aumento, en este caso el más costoso la goma, sin embargo se podría considerar al experimento 13 que a pesar de costar \$14,56 tiene una resistencia mucho más alta que la de Gypsum.

En la placa externa de cemento el más barato es de \$13,28 es decir, el experimento 2, sin embargo, el experimento 4 y 6 cuesta \$16,38 lo que significa que se puede comprar cualquiera de ellas, ya que lo que normalmente venden en el mercado, cuestan \$23,53 de la marca colombiana Dryboard con el mismo grosor con el que se las fabrico (21 mm).

El panel interior de yeso, del experimento número uno, con la medida estándar que normalmente venden en el mercado, es factible venderlo en Guayaquil o Quito, ya que su costo es de \$4,55 y el que venden en Guayaquil sale a %5,50 y en Quito a 8,68. Normalmente en el cantón Loja lo están vendiendo en \$8, 97, sin embargo si se quiere vender a estas dos provincias aumentaría 29 centavos más, por costo de transporte, es decir por cada panel. Con respecto a los otros paneles no se puede distribuir, ya que su costo es mucho mas alto al que venden en estas dos provincias.

Los paneles exteriores de los experimentos 2,4 y 6 que se fabricaron, tienen un costo menor al que venden aquí en el Cantón Loja, normalmente lo venden en \$23,53, sin embargo este es de la Marca Dryboard Colombiana, en Quito tiene un costo de 26,50 pero estos son de marca Rey y en Guayaquil los venden en 24,43 con la misma marca Mexicana, en Loja no traen de la marca Rey por el alto costo de transporte, por eso optan por importar de la colombiana, por tanto se considera factible distribuirlos a estas dos provincias, el transporte aumentaría en 3 dólares por panel por lo que no llega a los costos que siguen vendiendo en el mercado de Quito y Guayaquil.

RECOMENDACIONES

Pesar bien las cantidades en la balanza de la materia prima solida a utilizar para que se pueda llenar todo el volumen del molde y no quede sobrando o al mismo tiempo falte, con ello ayudara a obtener un trabajo óptimo.

Se debe secar bien los paneles tanto interiores como exteriores, para que no se tornen tan frágiles sobre todo a los paneles exteriores por ser de cemento deben ser fraguados según el tiempo de secado, con el fin de que se pueda realizar las pruebas de flexión exitosamente.

Para evitar deformaciones del panel durante el proceso de secado, es preferible realizarlo en un lugar cubierto con temperatura y ventilación estable.

Para realizar las pruebas de resistencia a la flexión, se debe ubicar correctamente todos los materiales en la maquina a utilizar con ayuda de un profesional, para que los resultados sean buenos y se pueda comprobar la resistencia.

Verificar que el sonómetro se mantenga en un nivel estable de decibeles, para poder tomar las pruebas de los tres sonidos, es decir cuanto aumenta, además se recomienda realizar unas cinco veces esta prueba de acústica, con el fin de estimar cual es el grado de error.

Limpiar bien la balanza, para ubicar las muestras de las placas interna y externa con y sin agua ya que, si no se tiene cuidado, quedan residuos, lo que dañaría completamente los resultados.

Tomar en cuenta la cantidad de agua que se ubica en la probeta milimetrada, para anotar los datos de cuanto volumen aumento en las muestras de ambos paneles.

Utilizar adecuadamente los termómetros en las placas para que el valor sea exacto y poder estimar el número puntual, es decir buscar una manera de sostenerlos con algún instrumento, o en caso de que sean sostenidos con la mano, intentar tenerla inmóvil.

Tomar en cuenta que la plancha que se va utilizar, la temperatura que refleja no siempre es la correcta, ya que en los termómetros marca otra, por tanto, hay que esperar que se caliente bien para poder realizar las pruebas de trasmisión térmica.

Utilizar los equipos de protección adecuado para no presentar problema de salud puesto a que la materia prima es polvosa y tiende a expandirse cuando se la utiliza, lo que puede llegar a causar alergia.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. (21 de Marzo de 2012). *Diseño de paneles prefabricados en tierra*. Obtenido de Diseño de paneles prefabricados en tierra: [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ta747%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ta747%20(6).pdf)
- Bertran, J. (18 de 10 de 2017). *Aislador*. Obtenido de Aislador: <http://www.aisladur.com/ventajas-e-inconvenientes-del-yeso-pladur/>
- Chamber. (28 de Mayo de 2019). *Panales Rey*. Obtenido de Panales Rey: https://panelrey.com/sites/default/files/%28TDS%29%20Panel%20de%20Yeso%20Water%20Rey%20X_0.pdf
- Corbetta, P. (2010). *Metodología y Técnicas de Investigación Social*. Madrid: Closas Orcoyen.
- Drupal. (05 de 02 de 2005). *TERRA ECOLOGÍA PRÁCTICA*. Obtenido de TERRA ECOLOGÍA PRÁCTICA: <http://www.terra.org/categorias/articulos/los-prefabricados-en-la-construccion-ecologica>
- Gisbert, N. (16 de Octubre de 2016). *Studocu*. Obtenido de Studocu: <https://www.studocu.com/es/document/universidad-mayor-de-san-andres/estructuras-metalicas/apuntes/manual-steel-framing-incose-v2016/3556221/view>
- Gutierrez, J. (1 de Enero de 2012). *Química Inorgánica*. Madrid, España. Obtenido de <https://www.fullquimica.com/2011/04/densidad.html>
- Hudson. (7 de marzo de 2019). *Digfineart.com*. Obtenido de Digfineart.com: <https://www.digfineart.com/nLBlkdWzM/>
- Joomla. (29 de Marzo de 2019). *BANCO CENTRAL DEL ECUADOR*. Obtenido de BANCO CENTRAL DEL ECUADOR: <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1158-la-economia-ecuatoriana-crecio-14-en-2018>
- Knauf, L. (4 de Agosto de 2016). *Panorama Nacional del Yeso*. Obtenido de http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2013/YESO_13.pdf
- Min, U. (3 de Octubre de 2015). *Estado Minero de España*. Obtenido de http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2013/YESO_13.pdf
- Peña, S. (8 de Mayo de 2019). *Panel Rey Glass*. Obtenido de Panel Rey Glass: http://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/1352/1367685300_folleto_panel_rey_glass_rey.pdf
- Pérez, Y. (5 de Septiembre de 2013). *APLICABILIDAD DEL SISTEMA STEEL-FRAME EN VIVIENDAS ECONÓMICAS DE REPÚBLICA DOMINICANA*. Obtenido de APLICABILIDAD DEL SISTEMA STEEL-FRAME EN VIVIENDAS ECONÓMICAS DE REPÚBLICA DOMINICANA: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19687/YarissaPerez_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Permabase, C. (23 de Mayo de 2019). *Panel Rey*. Obtenido de Panel Rey: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BeseCoat_PermaBase.pdf
- Rey, G. (9 de Mayo de 2019). *Panel Rey*. Obtenido de Panel Rey: http://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/1352/1367685300_folleto_panel_rey_glass_rey.pdf

- Rivera, G. (3 de Julio de 2017). *Resistencia del concreto*. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Cap.%2006%20-%20Resistencia.pdf
- Rodríguez, J. (28 de Octubre de 2014). *Introducción a la Termodinámica*. Mexico.
- Romero, J. (15 de Abril de 2018). *Paneles para revestimientos de fachadas*. Obtenido de Paneles para revestimientos de fachadas: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TESIS%20PANELES%20PARA%20REVESTIMIENTOS%20DE%20FACHADAS,%20FABRICADOS%20EN%20BASE%20A%20HORMIG%C3%93N,%20CON%20ESTRUCTURA%20DE%20FIBRAS%20SINT%C3%89TICAS%20(2).pdf
- Romero, J. (3 de Abril de 2018). *Paneles para revestimientos de fachadas, fabricados en base ahormigón con estructura de fibras sintéticas*. Obtenido de Paneles para revestimientos de fachadas, fabricados en base ahormigón con estructura de fibras sintéticas: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TESIS%20PANELES%20PARA%20REVESTIMIENTOS%20DE%20FACHADAS,%20FABRICADOS%20EN%20BASE%20A%20HORMIG%C3%93N,%20CON%20ESTRUCTURA%20DE%20FIBRAS%20SINT%C3%89TICAS%20(3).pdf
- Sanguino, A. (31 de Mayo de 2017). *CONSTRUPANEL*. Obtenido de CONSTRUPANEL: http://construpanel.com.bo/noticias/noticia/7#.XFdW_VxKjDc
- Sarmanho, A. (8 de Diciembre de 2010). *STEEL FRAMING:ARQUITECTURA*. Obtenido de STEEL FRAMING:ARQUITECTURA: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Steel_Framing_Arquitectura_ILAFA_ahora_e.pdf
- SAVUNISEVILLA. (2014 de Octubre de 2014). *Resistencia a la Flexión*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=0dDUe4sU3OQ>
- Shipp, P. (2019). Las normas forman una parte integral del ciclo de vida del producto en las instalaciones del fabricante de productos de construcción USG. *ASTM INTERNACIONAL*, 2. Standard. (24 de Mayo de 2019). *Panel Rey resistente al moho*. Obtenido de Panel Rey resistente al moho: http://www.materialesjacarandas.com/imgpanelrey/PaneldeYeso_MoldRey_0.pdf
- Underwriters. (14 de Mayo de 2019). *Panel Rey resistencia al fuego*. Obtenido de Panel Rey resistencia al fuego: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/PaneldeYeso_FireReyC.pdf
- Verduga, D. (11 de Diciembre de 2016). *Diseño de las modificaciones de los elementos estructurales del sistema steel framing para las condiciones de sismicidad y características del suelo de la ciudad de manta*. Obtenido de Diseño de las modificaciones de los elementos estructurales del sistema steel framing para las condiciones de sismicidad y características del suelo de la ciudad de manta: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ULEAM-IC-0004%20(1).pdf
- Viewport. (6 de Mayo de 2019). *Panel Rey base coat*. Obtenido de Panel Rey base coat: file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BeseCoat_PermaBase.pdf
- Villanueva, L. d. (21 de Abril de 2010). *MODELO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO EN FLEXIÓN DEL CARTÓN-YESO*. Obtenido de MODELO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO EN FLEXIÓN DEL CARTÓN-YESO: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1141/1224>

Wallboard, R. (22 de Mayo de 2019). *Panel Rey*. Obtenido de Panel Rey:
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/PaneldeYeso_Regular%20(1).pdf

LINKOGRAFÍA

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ta747%20(6).pdf

<http://www.aisladur.com/ventajas-e-inconvenientes-del-yeso-pladur/>

https://panelrey.com/sites/default/files/%28TDS%29%20Panel%20de%20Yeso%20Water%20Rey%20X_0.pdf

<http://www.terra.org/categorias/articulos/los-prefabricados-en-la-construccion-ecologica>

<https://www.studocu.com/es/document/universidad-mayor-de-san-andres/estructuras-metalicas/apuntes/manual-steel-framing-incose-v2016/3556221/view>

<https://www.fullquimica.com/2011/04/densidad.html>

<https://www.digfineart.com/nLBldWzM/>

<https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1158-la-economia-ecuatoriana-crecio-14-en-2018>

http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2013/YESO_13.pdf

http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2013/YESO_13.pdf

http://neufertcdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/1352/1367685300_folleto_panel_rey_glass_rey.pdf

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19687/YarissaPerez_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

http://neufertcdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/1352/1367685300_folleto_panel_rey_glass_rey.pdf

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Cap.%2006%20-%20Resistencia.pdf

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TESIS%20PANELES%20PARA%20REVESTIMIENTO S%20DE%20FACHADAS,%20FABRICADOS%20EN%20BASE%20A%20HORMIG %C3%93N,%20CON%20ESTRUCTURA%20DE%20FIBRAS%20SINT%C3%89TICA S%20(2).pdf

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TESIS%20PANELES%20PARA%20REVESTIMIENTO S%20DE%20FACHADAS,%20FABRICADOS%20EN%20BASE%20A%20HORMIG %C3%93N,%20CON%20ESTRUCTURA%20DE%20FIBRAS%20SINT%C3%89TICA S%20(3).pdf

http://construpanel.com.bo/noticias/noticia/7#.XFdW_VxKjDc

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Steel_Framing_Arquitectura_ILAFA_ahora_e.pdf

<https://www.youtube.com/watch?v=0dDUe4sU3OQ>

http://www.materialesjacarandas.com/imgpanelrey/PaneldeYeso_MoldRey_0.pdf

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/PaneldeYeso_FireReyC.pdf

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ULEAM-IC-0004%20(1).pdf

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BeseCoat_PermaBase.pdf

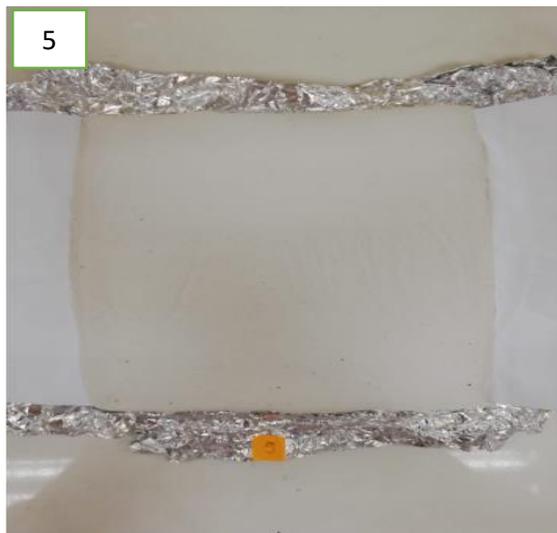
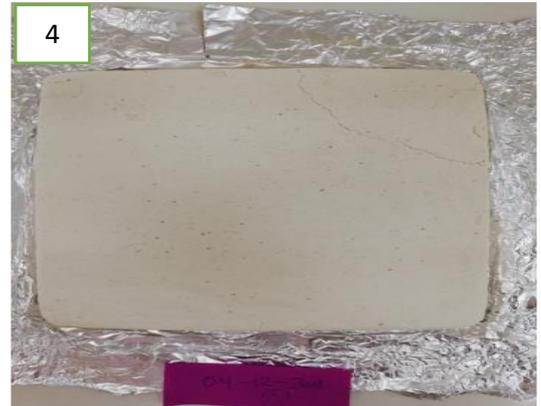
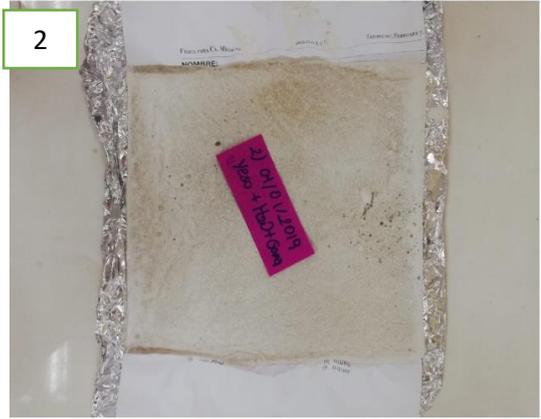
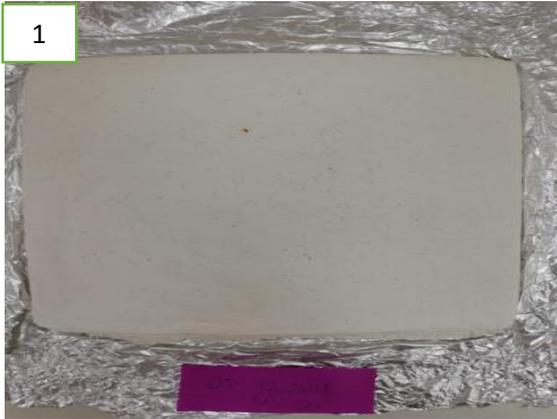
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1141/1224>

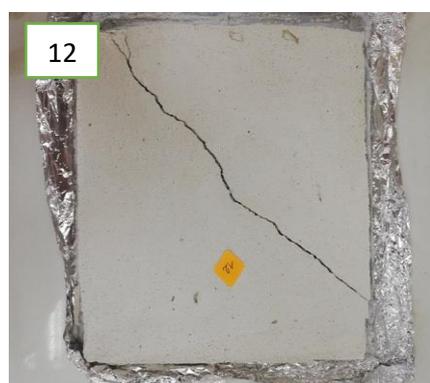
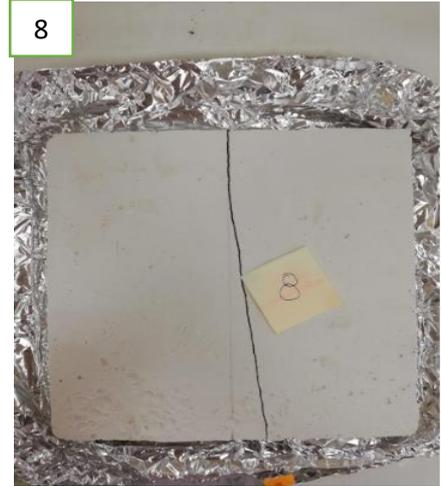
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/PaneldeYeso_Regular%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/PaneldeYeso_Regular%20(1).pdf)

ANEXOS

ANEXO 1 PANELES INTERIORES

- Experimento 1-14







- Paneles exteriores experimento 1-6

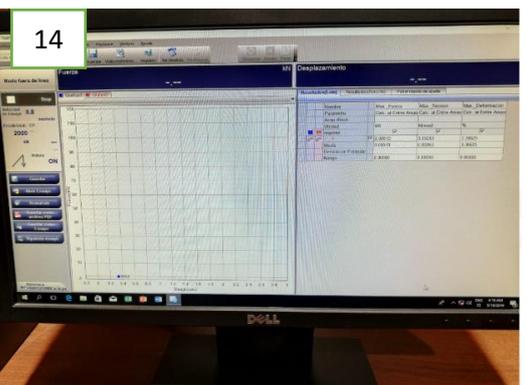
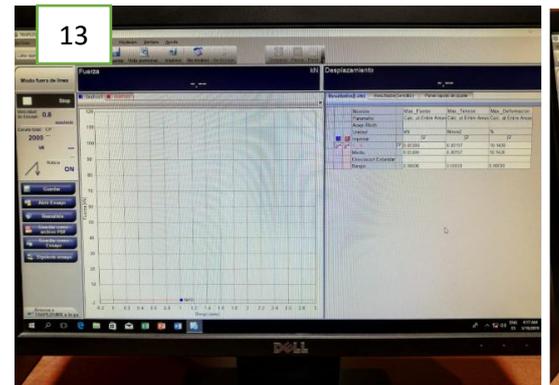
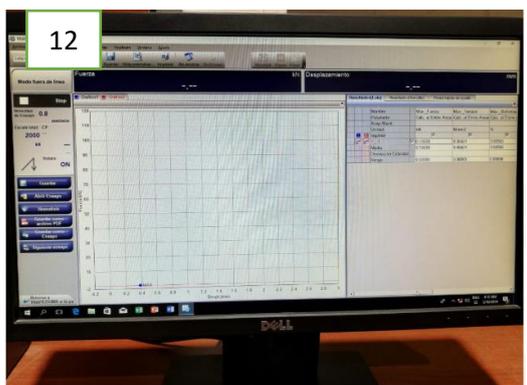
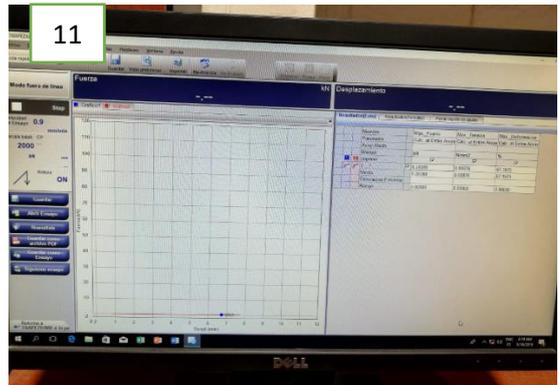
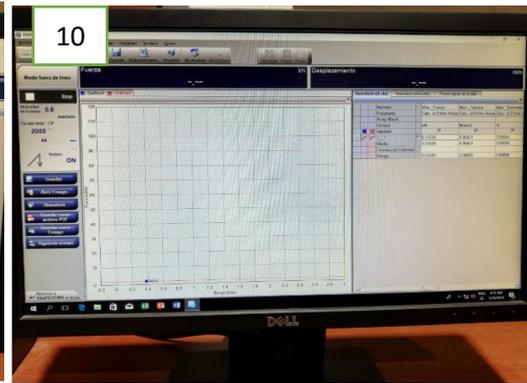
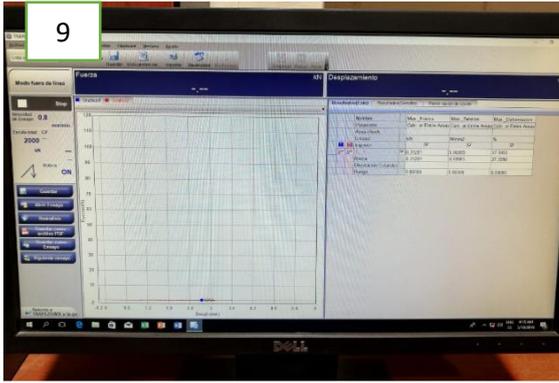




ANEXO 2 PRUEBAS DE FLEXION INTERIORES

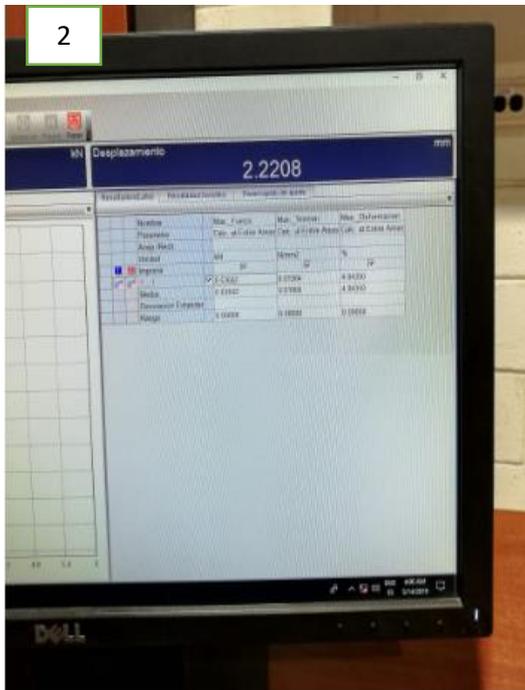
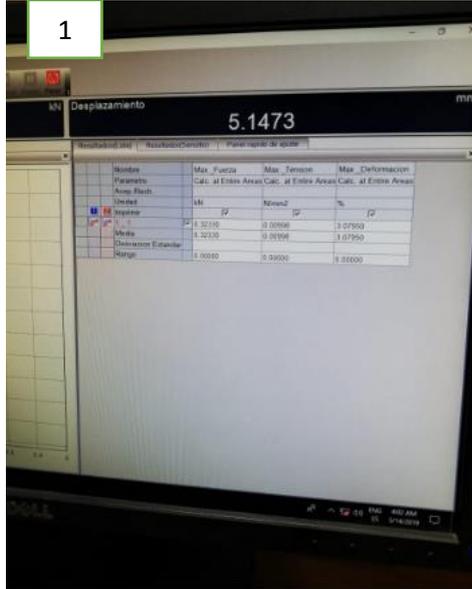
- Experimento 1-14

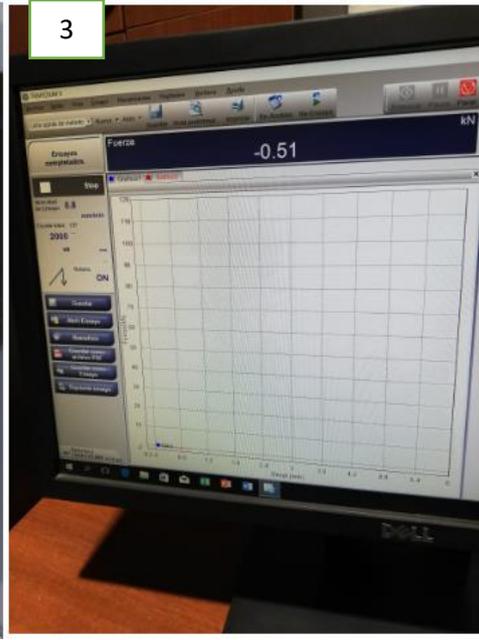




ANEXO 3 PRUEBAS DE FLEXION EXTERIORES

- Experimento 1-3



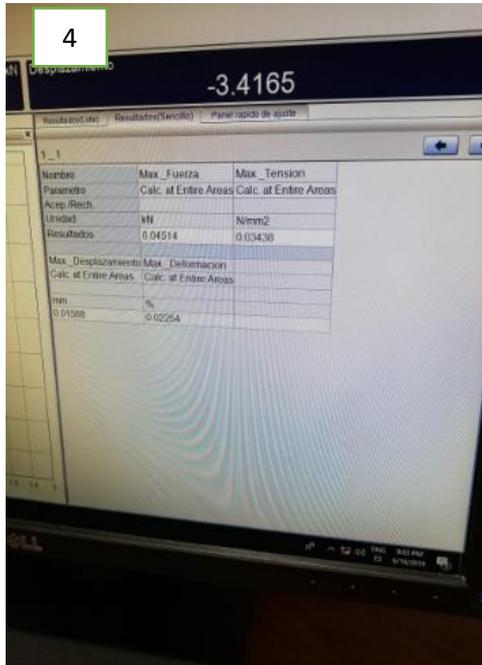


- Experimento 4-6

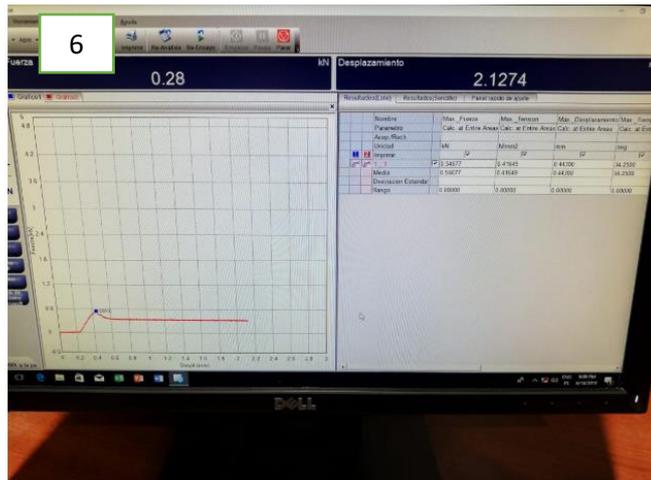






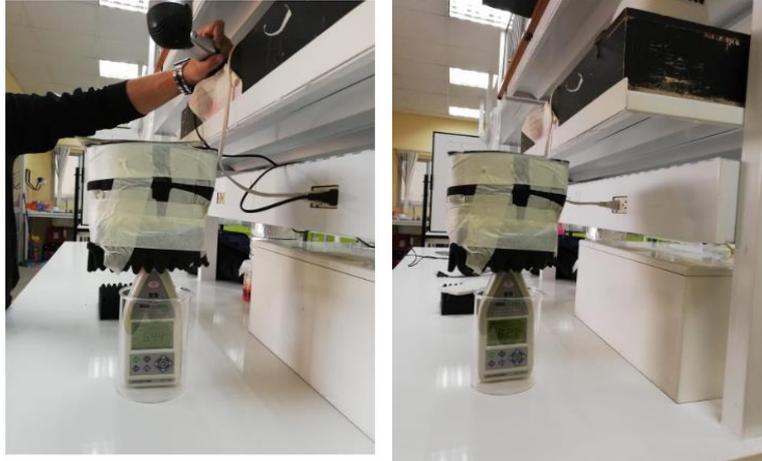






ANEXO 4 PRUEBAS ACUSTICA INTERIORES

- Secadora (ruido continuo)



- Licuadora (ruido rosa)

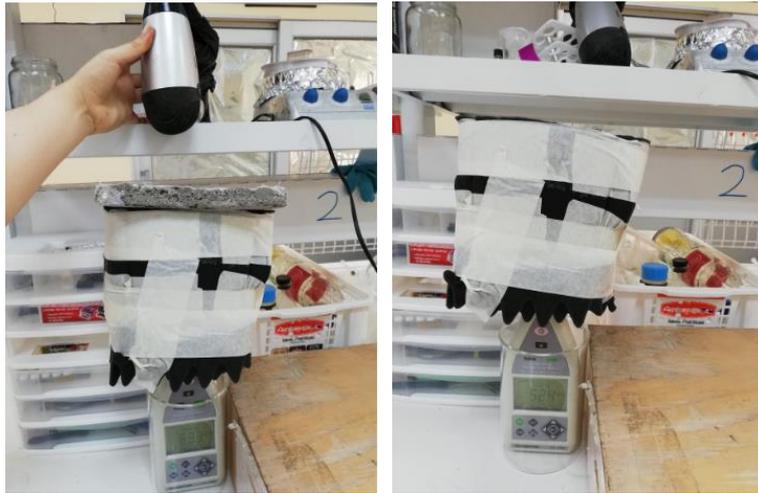


- Voces infantiles (ruido blanco)



ANEXO 6 PRUEBAS ACUSTICA EXTERIORES

- Secadora (ruido continuo)



- Licuadora (ruido rosa)

