



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Elaboración de un panel prefabricado de yeso con fibras naturales, como alternativa para acabado de la construcción de cielo raso y paredes

TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

Autor: Cristian Andrés Ordóñez Crespo

Director: Arq. MSc. José Pesántez

CUENCA - ECUADOR

2020

*Yo me gradúé en los
50 años de La Cato!*

Declaración

Yo, **Cristian Andrés Ordóñez Crespo**, con cédula de identidad 0105864821, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. Que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en la presente investigación.
2. Que trabajo es original, siendo resultado de mi trabajo personal, el cual no he copiado de otro trabajo de investigación, ni utilizado ideas, fórmulas, citas completas, ilustraciones, tablas, etc. sacadas de alguna publicación (en versión digital o impresa).
Caso contrario, referencio en forma clara y exacta su origen o autor.
3. Que el trabajo no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.
4. Que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Católica de Cuenca.

Me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquier irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado y asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas pecuniarias o legales que se deriven de ello sometiéndome a la normas establecidas y vigentes de la UCACUE.



Cristian Andrés Ordóñez Crespo

Certificación

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de ARQUITECTO con el título: “*Elaboración de un panel prefabricado de yeso con fibras naturales, como alternativa para acabado de la construcción de cielo raso y paredes*” ha sido elaborado por la Br. **Cristian Andrés Ordóñez Crespo**, mismo que ha sido realizado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.



Arq. MSc. José Pesántez

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico principalmente a mis padres Arturo Ordóñez y Primavera Crespo, por creer en mí y siempre apoyarme en cada etapa de mi vida para poder cumplir mis metas.

Agradecimientos

A Dios por darme salud, fortaleza y guiarme en el camino para llegar a ser la persona que soy.

A mis hermanos Esteban Ordóñez y Juan Diego Ordóñez que fueron mi inspiración, los cuales siempre me brindaron su ayuda y respaldo en todo momento.

De manera especial a mi director Mgs. Arq. José Pesántez, por su guía a lo largo de esta investigación y el apoyo para culminar esta etapa como estudiante y desarrollarme como profesional.

Asimismo, agradezco a esas personas especiales por su respaldo incondicional que siempre estuvieron para alentarme y apoyarme. Les agradezco.

Paola Andrade

Gabriela Pesántez

Juan Delgado

Resumen

El presente trabajo de titulación se inserta en la línea de investigación y proyecto realizado por las facultades de arquitectura del Ecuador sobre innovaciones inherentes a los materiales de construcción para su aplicación en acabados de pared y cielo raso.

La investigación se fundamenta en un análisis documental de caracterización de los materiales de yeso y fibras naturales; y una fase experimental de diseño que se abordó mediante la propuesta de un prototipo de panel. El proceso de experimentación se realizó artesanalmente siguiendo los patrones existentes de fabricación local, permitiendo obtener como resultado un sistema de panel con cualidades de aislamiento térmico, trabajo de textura y alternativas geométricas aplicables en los espacios internos de la edificación. Los materiales empleados: yeso y fibras naturales, obtuvieron una respuesta favorable según los análisis aplicados en laboratorio considerando las normativas técnicas referidas al material. El resultado de la investigación propone el modelo de panel de yeso con fibra, como una alternativa eco sostenible para la conformación de elementos de innovación desde una perspectiva constructiva.

Palabras clave: PANEL PREFABRICADO, YESO, FIBRAS NATURALES, ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN, ECOMATERIALES.

Abstract

The following work follows the line of research and project made by the Ecuadorian faculties of Architecture upon innovation inherent to construction materials for their implementation on wall finishes and ceiling.

The research is based on a documental analysis of the characterization of plaster and natural fibers materials, and a design experimental phase performed through the proposal of a panel prototype. The experimentation process was conducted by hand following the existent local fabrication patterns, allowing us to obtain as a result a panel system with thermal isolation qualities, a texture work, and a geometrical alternative applicable to the internal spaces of the building. The employed materials were plaster and natural fibers, they obtained a favorable response according to the applied analyses in the laboratory considering the technical regulations regarding the material. The result of the research proposes the model of a panel made of plaster and fiber, as an eco-sustainable alternative for the formation of elements of innovation from a constructive perspective.

Keywords: PREFABRICATED PANEL, PLASTER, NATURAL FIBERS, FINISHES OF CONSTRUCTION, ECO-MATERIALS.

Introducción

La construcción es una industria clave en tanto sustento de las economías nacionales. Sin embargo, la prioridad que se da a las edificaciones para solventar los problemas de habitabilidad descuida muchas veces la responsabilidad socioambiental. Al respecto, cabe destacar que la industria de la construcción es responsable de generar los mayores índices de CO₂, con la explotación de recursos naturales y proceso de fabricación de materiales que no se pueden reciclar, provocando efectos perjudiciales para el medio ambiente (Araujo Cruz, 2017). Bajo la premisa expuesta se ha desarrollado propuestas que plantean la reducción de efectos contaminantes, sustituyéndolos por alternativas amigables con el medio ambiente que permitan proveer el reciclaje de desechos, es decir reinventar la forma en la que se producen, abriendo nuevas alternativas de materiales sostenibles, que no produzcan un acelerado impacto ambiental.

Frente al llamado de Asociaciones y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) de generar ideas o propuestas que contribuyan a la disminución de la contaminación del medio ambiente producidos por la producción, el transporte y los desperdicios dejados en el momento de instalación de algunos materiales de construcción comúnmente utilizados (hormigón, ladrillos cerámicos, aluminios, plásticos, etc.). Cabe recordar que el ingenio humano también se ha expresado en las construcciones humanas y en el constante esfuerzo puesto al servicio del descubrimiento de nuevos materiales para la construcción. El desarrollo de los sistemas constructivos siempre ha estado en un constante estado de evolución, por el deseo y necesidad de transformar nuestro contexto natural en espacios arquitectónicos. En el caso del uso de las fibras naturales, estas se evidencia su utilización desde la época pre neolítica, hasta la actualidad en nuestros contextos, donde existe con mayor auge en la Amazonía por las nacionalidades Shuar, Ashuar, etc.

De hecho, se han realizado múltiples investigaciones en las que se incorporan fibras naturales vegetales, como elementos constructivos estructurales o decorativos, dado sus características físicas y sus ventajas como aislantes termoacústicos, de fácil obtención y bajo costo. Se han utilizado materiales como el bambú, bagazo de caña, cascara de maní entre otros, para la producción de diferentes elementos constructivos como tableros o elementos de relleno.

El presente trabajo tuvo el objetivo de analizar la pertinencia de las fibras de bagazo, cabuya, viruta para mezclarse con el yeso y así obtener paneles prefabricados con aplicación en recubrimientos para paredes y cielo raso.

En este sentido, la experimentación a través de las pruebas en laboratorio, buscan establecer lineamientos y generar respuesta al problema de los acabados de construcción que utilizan materiales que generan un impacto ambiental, lo que ha generado un aumento

en los costos de producción, energéticos e instalación.

El presente estudio tiene como objetivo elaborar un panel prefabricado de yeso con fibras naturales de bagazo, cabuya, yeso como alternativa eco-eficiente y aprovechar el residuo agroindustrial de (caña de azúcar, madera, penco), los cuales no son dispuestos de manera apropiada al momento de desecharlos, ya que pueden ser utilizados eficientemente con la reutilización, el uso bioenergético, compostaje, recuperación de medios abióticos y entre productos para elaborar un elemento innovador, que presente buenas propiedades de rendimiento, resistencia, durabilidad y capacidad de moldeo, como una alternativa que permitan recubrir el cielo raso y paredes ([Machado Vallejo, 2018](#)).

La combinación de estos materiales incorporados con el yeso será evaluada en laboratorio mediante ensayos físicos, mecánicos y térmicos que garanticen estándares de calidad del producto y su aplicación como acabado en el interior de la construcción.

Problemática

El incremento poblacional en las ciudades ha provocado que las edificaciones se vayan transformando para responder y solventar la necesidad de vivienda, reduciendo el tiempo de obra y el uso de materiales tradicionales, provocado por el incremento de la producción de residuos resultantes del proceso de construcción, generando un impacto ambiental. Al respecto [Blumenschein \(2004\)](#) explica que el impacto que se produce en el medio ambiente por la industria de la construcción es un proceso en cadena, que se origina desde: ocupación de suelos, extracción de materias primas, procesamiento de los elementos, transporte, proceso constructivo, hasta su derroque y deshecho.

De tal manera que el impacto ambiental causado por la industria, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente ([UNEP, 2018](#)) la construcción y el uso de los edificios constituye un 36 % de la energía y de hasta un 40 % de las emisiones de CO₂, dejando una huella ecológica en el planeta causado por la explotación de recursos naturales no renovables. Además, se elaboran productos a base del petróleo que normalmente no pueden ser reciclados, ocasionando la pérdida de materiales, mano obra y técnicas tradicionales utilizadas para la construcción de viviendas.

Si al costo de las viviendas nos referimos, la mampostería representan alrededor del 15 % del mismo. En la región andina, es costumbre que se utilicen tierra, madera, piedra, ladrillos de arcilla o bloques de hormigón para la construcción de paredes. Empero, la utilización de paneles aligerados es una alternativa que se utiliza cada vez más por sus ventajas económicas, logísticas y ecosustentables.

El material más utilizado para la construcción de acabados, y especialmente cielo raso, es el PVC, sin embargo, al ser un plástico su manufacturación supone un alto consumo de energía, al que se añade el costo del transporte, el costo de instalación, y los problemas que se presentan al remplazar o cambiar una pieza prefabricada dado que hay discontinuidad en los modelos.

Delimitación del problema

El tema de investigación considera que el espacio es un producto social y tiene valor de uso, por tanto el estudio permite a través de un sondeo cuantificar la disponibilidad de los recursos, minas de extracción de yeso y las agroindustrias que desechan la materia orgánica, para que a través de la experimentación, realizar pruebas y dosificaciones que permitan la viabilidad y desarrollo de una propuesta de panel de yeso con fibras naturales, como alternativa para la construcción manejando criterios eco-sustentable que incentiven el uso de técnicas innovadoras con materiales tradicionales, aplicadas en el interior de la vivienda. Para el análisis y comprobación del material, se elaborará ensayos en laboratorio

que cumplan estándares de calidad sometidos a pruebas (físicas, mecánicas y térmicas), que garanticen en base de la normativa la calidad del material para la fabricación de un panel.

El presente trabajo abarcará un análisis sobre materiales empleados en construcción de paredes y cielo raso en el ámbito hispanoamericano. Indudablemente, las universidades e instituciones se suman a la tarea de innovar los acabados de construcción desde una visión ambiental y de responsabilidad social, volviendo la mirada al conocimiento ancestral y al uso de materiales y sistemas constructivos de la arquitectura popular.

Objetivos

General

- Elaborar un panel prefabricado de yeso con fibras naturales como alternativa para acabado de la construcción de cielo raso y paredes.

Específicos

- Fundamentar teóricamente la utilización del yeso y las fibras naturales en la arquitectura.
- Realizar ensayos físicos, mecánicos y térmicos en laboratorio que revelen el comportamiento del yeso con fibras naturales.
- Generar un modelo en base de los resultados obtenidos.

Justificación

La importancia de llevar a cabo este proyecto se comprende desde una perspectiva ecológica, buscando la disminución en el margen de contaminación que genera el sector de la construcción a través del uso de materiales alternativos considerados eco-sostenibles que permitan el reciclaje de desechos de la agroindustria y el aprovechamiento de fibras naturales presentes en la sierra ecuatoriana.

La investigación busca impulsar la innovación y utilización de materiales eco sustentable de bajo costo energético, incentivando a la investigación y experimentación para ayudar al medio ambiente de manera que se pueda considerar un producto alternativo como acabado en la construcción permitiendo la reutilización de elementos que mejoran el confort de los habitantes dentro de la vivienda.

Por lo indicado anteriormente, la comunidad científica en algunos países se ha enfocado en el desarrollo de materiales amigables con el medio ambiente. El daño ecológico causado por el crecimiento poblacional, consumo de recursos y generación de residuos sólidos podría disminuirse en función a un desarrollo sostenible en todas las disciplinas. En el campo de la arquitectura, el reciclaje y la utilización de recursos renovables son alternativas que permitirán mitigar los impactos ambientales. La utilización de las fibras vegetales y el reciclaje para generar nuevos materiales podrían emplearse para los acabados de construcción, considerando que el Ecuador posee una variedad de fibras vegetales (aproximadamente 25000 especies).

Las iniciativas y alternativas para los acabados de construcción son cada vez más frecuentes. La urgencia climática ambiental que reclama un desarrollo sostenible ha visto las escuelas y facultades de arquitectura de todas las universidades del mundo centrar su esfuerzo en experimentos que han generado nuevas propuestas. La presente investigación propone aportar a los vacíos de conocimiento, enmarcados de forma teórica y práctica, que existen en la academia.

La generación de nuevas tecnologías que reduzcan los costos para la construcción y aproveche de forma adecuada los recursos naturales presentes en el Ecuador es fundamental. La tecnología propuesta se basa en cuatro principios: asequibilidad, habitabilidad, sostenibilidad y adaptabilidad, además de acoplarse a las costumbres y modos de ser de la cultura del austro ecuatoriano.

Metodología

Con la finalidad de desarrollar la investigación, se establece una metodología de investigación en tres etapas de análisis, solventando así cada objetivo específico:

- Se realizará un análisis de bibliográfico con fundamentación teórica de estudios y reflexiones de autores respecto al yeso y fibras, su uso, extracción y presentación al mercado, una búsqueda en el mercado de los acabados para viviendas de paneles existentes similares al panel propuesto que oriente a un resultado idóneo.
- Realización de pruebas técnicas de laboratorio (características físicas, para el acabado y conservación hasta su uso; propiedades mecánicas de compresión flexión y almacenamiento térmico), que revelen el comportamiento del yeso con la mezcla de distintos tipos de residuos agroindustriales para ser empleados en la fabricación de paneles.
- Finalmente se desarrollará un modelo en base a los resultados obtenidos de la experimentación con análisis y discusión, documentar la elaboración de un prototipo de panel con sistemas de anclaje para cielo raso y paredes.

Índice de Contenidos

Declaración	I
Certificación	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Resumen	V
Abstract	VI
Introducción	VII
Problemática	IX
Objetivos	XI
Justificación	XII
Metodología	XIII
Índice de Contenidos	XIV
Lista de Figuras	XVII
Lista de Tablas	XIX
1. Marco teórico-referencial	1
1.1. Antecedentes históricos sobre el uso yeso, fibras vegetales y su uso en la Arquitectura	1
1.2. El yeso	6
1.3. Tipos de yeso	7

1.3.1.	Yesos comerciales	9
1.3.2.	Proceso de extracción del yeso	11
1.3.3.	Aplicaciones del yeso	12
1.3.4.	Paneles prefabricados de yeso	13
1.4.	Fibras	16
1.5.	Composición química de las fibras vegetales	19
1.6.	Paneles prefabricados de fibras vegetales	20
1.7.	Fibras vegetales en la zona austral del Ecuador	21
1.7.1.	Cabuya	21
1.7.2.	Caña de azúcar y residuo, el bagazo	22
1.7.3.	Cultivo de pino y extracción de la viruta	23
1.8.	La fabricación de paneles prefabricados de yeso en Cuenca	24
2.	Metodología de investigación	26
2.1.	Paradigma de investigación	26
2.2.	Materiales y método de elaboración	26
2.3.	Tratamiento de las fibras	27
2.3.1.	Cabuya	27
2.3.2.	Bagazo	28
2.3.3.	Viruta de pino	29
2.4.	Equipos para pruebas de laboratorio	30
2.4.1.	Balanza de precisión	30
2.4.2.	Equipo empleado para pruebas (flexión y compresión)	30
2.5.	Elaboración de mezcla	31
2.5.1.	Determinación de capacidad de absorción de agua en las fibras ve- getales	32
2.6.	Experimentación en laboratorio	34
2.7.	Ensayos a flexión	34
2.7.1.	Ensayos a compresión	38
2.8.	Conclusiones derivadas de las pruebas de ensayos mecánicos	42
2.9.	Elaboración de paneles prefabricados de yeso con fibras de cabuya y viruta para prueba de flexión	43
2.10.	Ensayo térmico de panel de yeso con cabuya comparando con panel de yeso	45

3. Propuesta de elaboración de prototipo de panel prefabricado	47
3.1. Diseño y elaboración panel prefabricado	47
3.2. Sistema de anclaje	48
3.2.1. Cielo raso	48
3.2.2. Paredes	51
3.3. Acabados de panel de yeso con fibra natural	51
3.4. Detalles constructivos	54
4. Conclusiones y Recomendaciones	61
Referencias bibliográficas	64
Referencias	64
5. Anexos	67

Lista de Figuras

1.1. Fachada de uno de los hoteles más famosos de la Plaza de los Vosgos donde el yeso simula la apariencia del ladrillo.	3
1.2. Esquema del yeso negro	9
1.3. Esquema del yeso blanco.	10
1.4. Esquema del yeso blanco.	10
1.5. Proceso de fabricación del yeso	12
1.6. Techo falso a base de yeso.	13
1.7. Proceso de fabricación de panel prefabricado de yeso	15
1.8. Sección transversal de un panel de yeso.	15
1.9. Tipos de fibras	16
1.10. Plantas de cabuya y fibras de cabuya	21
1.11. Caña de azúcar, bagazo de caña y fibra de bagazo	22
1.12. Árboles y viruta de pino	23
2.1. Proceso de obtención cabuya	27
2.2. Tratamiento de la fibra de bagazo	29
2.3. Tratamiento de la fibra de pino hasta conseguir viruta.	30
2.4. Balanza Intel Sek 30	30
2.5. Equipo utilizado para las pruebas de flexión y compresión.	31
2.6. Proceso de ensayo de flexión	35
2.7. Proceso de ensayo de compresión.	39
2.8. Carga de ruptura de paneles de yeso tipo A	43
2.9. Proceso de ensayo de flexión	44
2.10. Proceso de ensayo térmico.	46

3.1. Panel prefabricado de yeso – cabuya	47
3.2. Armado de estructura de cielo raso desmontable y perfiles	48
3.3. Armado de estructura de cielo raso desmontable.	49
3.4. Armado de estructura de cielo raso con paneles fijos.	50
3.5. Armado de estructura de cielo raso fija.	50
3.6. Panel prefabricado de yeso – cabuya	51
3.7. Panel prefabricado de yeso – cabuya	52
3.8. Recubrimiento cielo raso con paneles 3d.	53
3.9. Recubrimiento de paredes con paneles 3d.	53
3.10. Detalle constructivo 1	54
3.11. Detalle constructivo 2	55
3.12. Detalle constructivo 3	56
3.13. Detalle constructivo 4	57
3.14. Detalle constructivo 5	58
3.15. Detalle constructivo 6	59
3.16. Detalle constructivo 7	60

Lista de Tablas

1.1. Resumen de las principales características de las edades de la construcción	2
1.2. Fases del yeso según la temperatura de cocción	6
1.3. Especificaciones fases del sistema CaSO ₄ (Yeso)	8
1.4. Características principales de los diferentes tipos de yeso	11
1.5. Composición química de las fibras vegetales más importantes	19
1.6. Comparación características fibras vegetales/fibras de vidrio	20
1.7. Propiedades físicas del pinus radiata	23
1.8. Propiedades mecánicas del pinus radiat	24
1.9. Fabricación de placas de yeso en la ciudad de Cuenca	25
2.1. Resumen de ensayo de dosificación yeso – agua	32
2.2. Capacidad de absorción de las fibras vegetales de bagazo, cabuya y viruta de pino	33
2.3. Dosificaciones y resultados ensayo de flexión	36
2.4. Resumen gráfico de la prueba a flexión	38
2.5. Dosificaciones y resultados ensayo de compresión	40
2.6. Resumen gráfico del ensayo a compresión	42
2.7. Resultado final ensayo flexión panel yeso - cabuya, yeso – viruta.	44
2.8. Fórmulas para interpretación de datos de ensayo térmico.	46

1.1. Antecedentes históricos sobre el uso yeso, fibras vegetales y su uso en la Arquitectura

La historia de la construcción no tuvo una evolución lineal: fue escindida en tres periodos antagónicos, el artesanal, industrial y postindustrial. La primera etapa se debió a la revolución neolítica en la que tuvo lugar los orígenes de la agricultura facilitando el paso del ser humano de un estado de nómada a uno sedentario. Así, se da el inicio de la etapa que se denomina como artesanal ([Villanueva Domínguez, 2005](#)) El autor citado la caracteriza en los siguientes términos: “producción escasa y discontinua de materiales, una mano de obra organizada en gremios y unos medios auxiliares poco desarrollados. La etapa industrial, por la producción seriada de materiales, herramientas, con sucesivos intentos de englobar a todo el proceso constructivo” (p. 41).

La segunda etapa, la revolución industrial, dio paso a la época del mismo nombre en la cual surgieron lo que se denomina como condiciones materiales de producción y las estructuras constructivas. Mientras la etapa posindustrial, que se vive desde el siglo XX, cuestiona aspectos como la elección de materiales, los procesos de prefabricación integral, las características de durabilidad y la independencia de la construcción y el diseño como se puede observar en la Tabla 1.1, se destaca que históricamente las técnicas constructivas se han adaptado a la mano de obra y los materiales disponibles; uno de ellos el yeso.

Tabla 1.1: Resumen de las principales características de las edades de la construcción

Periodo	Materiales	Mano de obra	Técnicas constructivas
PALEOLÍTICO	Vegetales	Indiferenciada	Tiendas nómadas Mejora de cuevas
Revolución neolítica (la agricultura permite el sedentarismo y comienza la construcción)			
ARTESANAL	Naturales: piedra, madera, tierra. Artificiales: yeso, cal, cerámica	Artesanos Cualificados Organizados en oficios y gremios.	Evolución lenta que cristaliza en culturas y sistemas constructivos.
Revolución industrial (introducción de la máquina en los procesos)			
INDUSTRIAL	Hierro, acero, cemento, vidrio. Producción seriada. Normalización. Control de calidad.	Se diferencia la mano de obra del taller o fábrica de la obra. Aparece el montador.	Prefabricación. Mejoran los medios auxiliares.
Síntomas diversos de una nueva revolución.			
POSINDUSTRIAL	Plásticos sintéticos. Recepción en obra de productos. Se diseña el material.	Predomina el montador. Tienden a desaparecer los oficios.	Automatización. Medios auxiliares muy complejos.

Fuente: (Villanueva Domínguez, 2005, p. 42). Realizado por: Cristian Ordóñez.

El yeso se caracteriza por ser un elemento presente en la tierra en cantidades significativas y de fácil transformación, razón por la cual ha sido uno de los primeros materiales en ser utilizados para edificaciones. Fue empleado en la cultura egipcia especialmente por la Dinastía XVIII que fabricaba sus morteros a base del mismo (Mora, Mora y Philippot, 1984). En la era romana, se le daba uso como material secundario para la albañilería a través de la cal (Rubio, 2002). En el siglo VIII, los musulmanes presentan las primeras manifestaciones artísticas hechas en yeso a la península ibérica (Andalucía, Aragón y Toledo), lo que permitirá, ocho siglos después, su llegada a lo que conocemos hoy como Latinoamérica.

Se estima que el yeso está presente en los depósitos marinos del planeta desde hace 200 mil años, siendo por esta razón uno de los materiales más empleados. Ya en el Neolítico, periodo histórico en el que el ser humano descubre el fuego, se empezó a experimentar con yeso calcinando destinado a unificar elementos de mampostería, así como para sellar las juntas y recubrir el ornato de las edificaciones, dando así por sustituido al mortero hecho de barro. Por otro lado, dentro del Antiguo Egipto en el año 3000 a. c., se utilizaba el yeso para unir bloques de las grandes pirámides y como revestimiento de los sepulcros. Cabe mencionar que en el palacio de Cnosos se ha encontrado cubiertas y suelos hechos con yeso (Tinoco Padilla, 2018, p. 40).

En la Edad Media (siglo XIII) se utilizó yeso en paredes y fachadas de edificaciones,

sobre todo en el norte de Francia (Ile de France y Picardía). Durante el Renacimiento el yeso ya pasó a tomarse como un material decorativo hasta que durante el periodo Barroco se instrumentalizaron los estucos de yeso ornamental o para los revestimientos exteriores, como se puede apreciar hoy aun en la Plaza de los Vosgos (Paris - Francia).

FIGURA 1.1: Fachada de uno de los hoteles más famosos de la Plaza de los Vosgos donde el yeso simula la apariencia del ladrillo.



Fuente: http://passerelles.bnf.fr/techniques/place_vosges_03.php

El uso tradicional del yeso en el norte de Francia “dio origen a la denominación plaster of Paris cuando el producto se exportó a Inglaterra, sobre todo a partir del siglo XVII después del incendio de Londres” (Villanueva, 2004, p. 7). El siglo XVIII marca un antes y un después en el uso del yeso. Es en esta época cuando su uso se vulgariza en la construcción. Ello gracias al primer estudio científico realizado sobre el yeso por Lavoisier.

La combinación del yeso con las fibras vegetales hizo su aparición durante el Rococó, con un producto francés denominado staff, el cual se caracteriza por permanecer en elementos prefabricados, en obras como aquellas hechas con escayola (Villanueva, 2004), pero cabe señalar que las fibras naturales han sido utilizadas de manera disímil y variado a lo largo de la historia en los diferentes continentes, en donde los bloques a base de arcilla eran reforzados con fibras de hojas y madera. El adobe, la arcilla, la paja, las hojas se aprovechaban para construir las chozas de los nómadas, cuyo paso iba marcado por el cambio de las estaciones y las necesidades humanas básicas.

Antes del siglo XVII, siglo fundamental en la innovación de materiales y sistemas constructivos, los obreros trabajaban con un número de materiales relativamente escaso: “como aglomerantes usaba la arcilla, el yeso, la cal y el asfalto natural; como materiales estructurales empleaba principalmente la madera y la piedra; estos caracterizados en general por un consumo energético relativamente bajo y por el uso de energía renovable” (Cevallos Orbe, 2011, p. 21).

Ya en el siglo XX, la tragedia humana de la Segunda Guerra Mundial tuvo serias consecuencias como la afección en la disponibilidad de mano de obra técnica, transporte y abastecimiento de materiales, por lo que se produjo un profundo cambio en el desarrollo de sistemas de construcción y los sistemas tradicionales fueron reemplazados por otros más económicos y de fácil disponibilidad basados en procesos industrializados, dando origen a los materiales sintéticos y químicos de construcción. [Cevallos Orbe \(2011, p. 22\)](#) señala que estos se combinaron con los tradicionales, innovando así los sistemas constructivos, volviéndose “más ligeros, de fácil instalación y adaptables a las diferentes condiciones del medio (térmico, acústico, resistente al fuego)”. (p. 22)

Regresar la mirada a la arquitectura popular es dotar nuestras construcciones de identidad, insertarlas en una estirpe de edificaciones que han permanecido a lo largo del tiempo. La arquitectura popular se caracteriza por su arraigo con el medio; una de las bases es el conocimiento que el hombre tiene de la naturaleza, y el equilibrio que busca entre arquitectura y entorno. Para [Muñoz \(2015\)](#) la arquitectura popular es “el uso de los materiales y las soluciones constructivas, con el uso exacto de lo que requiere, de respeto y no de dominio” (p. 18). En cuanto a las características estéticas, la arquitectura popular se nutre de los materiales de recolección y se funde en el paisaje, asociándose así al perfil de las edificaciones circundantes aledañas.

Lastimosamente, con el pasar de los tiempos y de las épocas, y de acuerdo con la modernización de los sistemas constructivos, el empleo del cemento y de otros materiales desplazó la utilización de las fibras orgánicas hasta que prácticamente pasaron al olvido; las edificaciones de la arquitectura colonial, especialmente en las estructuras de dos pisos, el ladrillo se colocaba sobre material vegetal (tamo de cebada o llashipa) que, a su vez, se asentaba sobre el enchanclado (carrizos unidos con cabuya). Solo fue con las investigaciones de ([Romauldi y Batson, 1963](#)) sobre fibras cortas mezcladas con el hormigón que estas retomaron un sitio de interés en los estudios sobre arquitectura.

A raíz de este trabajo pionero, la constante búsqueda de la reducción del costo de producción y de la optimización de las características físico-mecánicas del hormigón armado.

Incentivo la innovación con alternativas, frutos de materiales compuestos, del reciclaje, o empleando fibras orgánicas e inorgánicas; debido a su rigidez y bajo, las mismas que se presenta soluciones atractivas desde el punto de vista estructural ([Merritt Frederick, 1992](#)).

Es entonces cuando el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), indicó que la construcción sostenible hace referencia a un uso responsable, una gestión eficaz y una reutilización consciente de los recursos naturales disponibles, lo que implica reducir el impacto ambiental de las construcciones en las etapas de diseño, construcción y operación.

En esta línea, el uso de residuos de la actividad agraria, maderera y textil dio origen al nombre de agrofibra. Los residuos vegetales, también conocidos técnicamente como biomasa ([Chandramohan y Marimuthu, 2011](#)), son materiales idóneos para reconciliar el medioambiente con el sector de la construcción:

Actualmente, las naciones que impulsaron la primera y segunda revolución industrial (Estados Unidos, Alemania, Japón, España entre otros) se encuentran impulsando procesos de características amigables con el ambiente en lo que sería una tercera revolución. Esta nueva era tendría productos cuyo ciclo de vida implique responsabilidad medioambiental, a la vez que observa aspectos de innovación tecnológica ([Tapia, Paredes, Simbaña y Bermúdez, 2006](#)).

Tradicionalmente en la región andina los materiales más utilizados en la construcción de mamposterías han sido: tierra (adobe y tapial), madera, piedra, bloques de hormigón y ladrillos de arcilla cocida; esto se ha dado debido a las transformaciones en los materiales y las técnicas constructivas, soluciones como el uso paneles aligerados, ferrocemento y algunas variantes o mezcla de ambos como por ejemplo el sistema Hormi2 (que combina paneles construidos industrialmente. de poliestireno con hormigón proyectado, que gozan actualmente de muy buena aceptación en el mercado.

La palabra “ecomateriales” fue acuñada por la red Ecosur en el año 1991 para designar los materiales como viables económica y ecológicamente, la utilización de sistemas constructivos tradicionales y el aprovechamiento de los recursos naturales más cercanos, sin “dejar de lado la búsqueda de nuevas interpretaciones e innovaciones, los ecomateriales también pueden ser producto del reciclaje” ([Sinchire, 2017](#), p. 17).

Según [Avellán Cornejo \(2010\)](#) para que un material sea considerado amigable con el ecosistema, éste debe tener las siguientes propiedades:

- Uso de recursos y materia prima local.
- Bajo consumo de energía en su transformación y uso.
- No produzca emisiones de CO₂.
- Facilidad de mantenimiento.
- Baja conductividad e inercia térmica.
- Bajo costo de inversión.
- Facilidad de control básico para garantizar la calidad de lo producido.
- Tengan baja capacidad de generar ruidos y desecho.
- No produzcan daño o enfermedades en sus procesos de producción o uso.
- Facilitar la producción, ya sea esta artesanal o industrial.

1.2. El yeso

El yeso es un aglomerante aéreo compuesto principalmente por un mineral llamado sulfato cálcico semihidratado que se prepara a partir de una piedra natural llamada aljez. Este se obtiene por deshidratación parcial del yeso en estado natural, el cual fragua y se solidifica con hidratación. El yeso, es conocido como sulfato de calcio hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) en la industria y es también denominada más comúnmente como “yeso cocido”. El aljez es pulverizado, luego llevado a un fogón giratorio en el cual pierde agua y luego se condensa entre 400° y 500° C; posteriormente, se lo reduce a polvo en molinos para su comercialización.

Existen dos tipos de yeso: el yeso en su estado natural (algez) que tiene la fórmula química: $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (sulfato de calcio dihidratado), y el yeso cocido (yeso industrial, bassanita o yeso de París) cuya fórmula es $\text{CaSO}_4 \times 1/2\text{H}_2\text{O}$ que equivale al sulfato de calcio hemihidratado. Las variedades de yesos investigadas por Furlan (1989) y Gaspar (1995), demuestran que según la temperatura de cocción, la fórmula química y las fases del material modo que sus características (Rubio, 2006, p. 60).

Tabla 1.2: Fases del yeso según la temperatura de cocción

FORMULA QUÍMICA	TEMPERATURA DE COCCIÓN °C	FASE
$\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	Estado natural	Sulfato cálcico dihidratado
$\text{CaSO}_4 \times 1/2\text{H}_2\text{O}$	$120^{\circ} - 180^{\circ}$	Hemihidrato
$\text{CaSO}_4 \times 1/2\text{H}_2\text{O}$	$100^{\circ} - 120^{\circ}$ en autoclave	Hemihidrato
CaSO_4	$220^{\circ} - 380^{\circ}$	Anhidrita III - soluble
CaSO_4	$380^{\circ} - 1200^{\circ}$	Anhidrita II - insoluble
CaSO_4	$1200^{\circ} - 1350^{\circ}$	Anhidrita I
CaO y SO_3	$>1350^{\circ}$	Yeso hidraulico

Fuente: Esta figura aparece en el trabajo de (Rubio, 2006, p. 60)

Elaborado por: Cristian Ordóñez.

Cuando se habla de yeso natural se refiere a la roca del material conocida también como yeso crudo, yeso mineral o aljez. Está compuesto esencialmente por sulfato de calcio deshidratado y puede ser encontrado en estado puro, en ocasiones puede contener sulfato de calcio anhidrita y otras impurezas (Cabello-Eras, 2016). El yeso cocido o de alabastro es otra presentación para materiales prefabricados, posee diversas aplicaciones que engloban desde la construcción hasta la agricultura.

Este material ha presentado un gran índice de demanda sobre todo por parte del sector de la construcción y del cemento. La demanda varía considerablemente conforme el país y su nivel de desarrollo, por ejemplo, según Crangle (2013) en Estados Unidos en el año 2012

el 90 % del uso del material se orientó en la construcción para fabricar paneles, tableros o wallboards, así como para la producción de cemento y en la agricultura para mejorar la calidad de los suelos.

El yeso en la construcción se emplea como alternativa en la ejecución de enlucidos, o conglomerante. Además, los paneles elaborados con yeso pueden utilizarse en revestimientos o cerramientos. En la actualidad se ha presentado otro fenómeno relativo al yeso, incrementando la producción de yeso sintético, material que sustituye paulatinamente al yeso natural en sus diversas aplicaciones (construcción, medicina entre otros) (Olson, 2003).

Se conoce además que la obtención de yeso crudo en 2017 a nivel internacional se ubicó en las 150 Mt (miles de toneladas), abarcando veintiún países que tiene a China como principal productor (32%), le siguen Irán y España que distribuyen el material a Medio Oriente y Europa Occidental. Luego, Estados Unidos y a nivel de Sudamérica se destaca Brasil (2,8 Mt), país en el que se encuentran las mayores reservas de roca de yeso en el mundo seguido de Argentina 1,2 Mt) (Crangle, 2013).

Este material en la construcción se ocupa de retener infiltraciones de humedad para luego liberarlas sin afectar el estado de los materiales y componentes de la vivienda. Según Salinas (2018), el yeso es ideal para revestimientos y acabados en interiores si se considera sus características ignífugas, es decir, de no encender en llamas y generar condiciones de seguridad frente a la combustión.

El yeso es un material existente en la zona del austro, localizado en las minas al sur del país (Loja), principalmente en la parroquia de Malacatos con una reserva de 200.000 Ton, y en Bramaderos estimada en 3.000.000 Ton. Se presenta de manera blanquecina dependiendo de la pureza (Cornejo, 2016). La explotación de este material se realiza a cielo abierto o en galerías subterráneas, luego se lo trata mediante deshidratación con químicos para dotar de características como resistencia, fraguado, adherencia y propiedades aislantes térmicas y acústicas, como elemento poroso de baja conductividad y resistencia al fuego.

1.3. Tipos de yeso

Se emplean tres tipos de yeso en la construcción: negro, blanco, yeso fino o escayola, según los parámetros establecidos en la Norma RY-85. En la (Tabla 1.3) se presenta las especificaciones y las propiedades físicas de fases del sistema CaSO_4

Tabla 1.3: Especificaciones fases del sistema CaSO_4 (Yeso)

CARACTERÍSTICAS	SULFATO DE CALCIO DIHIDRATO	SULFATO DE CALCIO SEMIHIDRATADO	ANHIDRITA I	ANHIDRITA II	ANHIDRITA III
Fórmula	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	CaSO_4	CaSO_4	CaSO_4
Masa molecular	172,17	145,15	136,14	136,14	136,14
Estabilidad termodinámica en °C	< 40	Metaestable	Metaestable	40-1180°C	> 1180
Otros nombres	Aljez, materia prima Yeso hermético Yeso subproducto Yeso químico Yeso fraguado Yeso endurecido	-Forma α Hemidrato de autoclave. -Hemidrato β -Escayola. -Yeso de París.	Anhidrita soluble	-Anhidrita natural. -Anhidrita sintética. -Anhidrita química. -Anhidrita subproducto. -Anhidrita calcinada.	Anhidrita de alta temperatura
Condiciones de síntesis, temperatura °C y condiciones atmosféricas	< 40 °C	-Forma α a partir de soluciones acuosas. -Forma β en atmósfera seca.	α y β : 50°C y vacío o 100°C en atmósfera seca.	200-1180 °C	> 1180 °C
Fabricación: temperatura en °C	< 40	-Forma α 80-180 -Forma β 120-180	A β y A α : 250 A α : 110	300-900	No se fabrica comercialmente.
Agua de cristalización	20,92	6,21	0,00	0,00	0,00
Densidad g/cm³	2,31	2,757 2,619-2,637	2,580	2,93-2,97	-----
Dureza	1,5	0,67-0,38	-----	0,27	-----
Solubilidad en agua (20°C), g/100 g disolución	0,21	0,67-0,88	Hidrata a semihidratado	(0,27)	-----
Índices de refracción	1,52	1,55	1,50	1,57	-----
Red de simetría	Monoclínico	Rómbico	Hexagonal	Rómbico	Cúbico

Fuente: (Wirsching, 1996) citado en (Begliardo, Panigatti y Cecilia, 2015)

Elaborado por: Cristian Ordóñez

1.3.1. Yesos comerciales

El yeso negro: (también conocido por sus nombres comerciales como gris o grueso) se designa por las iniciales YG, yeso grueso. Está compuesto por yeso semihidratado ($\text{CaSO}_4 + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) y anhidrita (CaSO_4). Este yeso debe su color oscuro al proceso de obtención: se calienta piedras de yeso impuras directamente con el combustible del horno donde se realiza la cocción; Suele contener aproximadamente un 50% de su peso en hemihidrato y esta variante de yeso ha sido muy utilizada por los musulmanes en los imperios Alhamohade y Almoravides. Actualmente, se suele utilizar para “obras no vistas como pasta de agarre o sujeción, pero también para hacer tabicación, revestimientos interiores, y conglomerante” (ATEDY, 2012, p. 7).

FIGURA 1.2: Esquema del yeso negro



- (1) Yeso negro grueso semihidrato (2) Esquema de un antiguo horno moruno para calcinación de yeso (3) Cúpula del mihrab de la Mezquita de Tinma

Fuente: Cuenca Abellán (2017, p. 27)

El yeso blanco: Está elaborado con piedras de mayor pureza (contiene mínimo 66% de hemihidrato), se designa por YF por tener una granulometría más fina que el yeso negro. Está constituido por sulfato de calcio semihidrato y anhidrita II artificial. No se contamina porque no está en contacto directo con el combustible cuando se calienta. Su uso es por lo regular para dar un acabado liso en enlucidos, refilos, etc.

FIGURA 1.3: Esquema del yeso blanco.



- (1) Extracción de sulfato de calcio dihidratado (2) Polvo blanco del yeso (3) Ladrillos enlucidos con yeso blanco

Fuente: imagen extraída de freepik.es

El yeso fino o la escayola (E-30): se componen de un mínimo de 80 % de hemihidratos. Se obtiene “por tamizado en hornos donde los gases no entran en contacto con la materia” (Villanueva, 2004, p. 7). Estas variantes del yeso se manejan en restauraciones de edificios e interiores desde el siglo XVIII, especialmente para techos y tabiques prefabricados.

Este tipo de yeso posee una resistencia mínima a flexotracción de 30 Kp/cm². En cambio, la escayola especial es únicamente destinada a las obras decorativas como molduras, paneles de tabiques, placas, bovedillas, entre otros.

FIGURA 1.4: Esquema del yeso blanco.



- (1) Yeso escayola (2) Techo decorado con elementos de escayola, en el Museo Metropolitano de Arte de Nueva York (3) Pilastra y capitel restaurado con yeso escayola

Fuente: Llauradó Pérez (2011).

La tabla 1.4 resume las características principales de los diferentes tipos de yeso acorde con sus etapas y su mano de obra y elaboración.

Tabla 1.4: Características principales de los diferentes tipos de yeso

ETAPA	YESO ARTESANO	YESO INDUSTRIAL	YESO DE TERCERA GENERACIÓN
MATERIA PRIMA	-Selección grosera -Granulometría muy gruesa	-Selección cuidada -Granulometría media	-Selección cuidada -Granulometría media o fina
TIPO DE HORNO	-Artesanal sin control de temperatura	-Muchos tipos de hornos industriales con temperatura controlada	-Muchos tipos de hornos industriales con temperatura controlada
CUALIFICACIÓN DEL RESPONSABLE DE LA FABRICACIÓN	-Maestro artesano	-Ingeniero	-Químico
FASES DEL PRODUCTO	-Multifase	-Monofase o bifase	-Monofase o bifase
TIPO DE PRODUCTOS	-Yeso negro -Yeso blanco -Yeso hidráulico	-Yeso grueso -Yeso fino -Escayola -Adhesivos	-Yeso manual de fraguado controlado -Yeso de proyección -Yeso aligerado -Yeso de proyección aligerado -Adhesivos
ADITIVOS Y ADICIONES	-En obra	-En fabrica	-En fabrica
EMPLEO EN OBRA	-Guarnecidos y enlucidos. -Pavimentos -Estucos. -Mortero de albañilería -Encañizados	-Guarnecidos y enlucidos -Pasta de albañilería -Ciclorsas	-Revestimientos interiores -Pasta de agarre
PREFABRICADOS	-Yesones -Ladrillos y bloques	-Placas para techos -Molduras para techos -Placa de yeso laminado -Bloques y paneles para tabiques	
APLICADOR	-Albañil -Yesaire -Estuquista	-Albañil -Yesaire -Escayolista -Montador	-Aplicador -Yesaire

Fuente: La presente tabla fue extraída del trabajo de (Villanueva, 2004, p. 10).

Elaborado por: Cristian Ordóñez

1.3.2. Proceso de extracción del yeso

La producción de yeso se realiza en tres etapas:

1. Extracción de la piedra de las canteras (depende del tiempo empleado y de la cantidad de maquinaria disponible). Comúnmente, se emplea barrenos de pólvora colocada muy junta y con poca carga para que se rompa en el mayor cantidad de trozos (1); a continuación, se aglomera y se efectúa la trituración de la piedra en machacadores de mandíbulas o molinos de martillos (2).
2. Cocción o calcinación. Esta fase se realiza para extraer el agua de su interior. Según Anaya y Chaoca (2009) “la cocción artesanal se puede realizar en hornos de piedras

gruesas o formando capas alternativas de yeso y combustible de llama corta; el yeso obtenido por estos procedimientos es de color oscuro (yeso negro) y solo se emplea en obras que no vayan a quedar vistas” (p. 16). La cocción de tipo industrial se realiza por medio de hornos especiales que separan el material del combustible, obteniendo yeso de mejor calidad. El yeso para construcción no debe superar los 200°C de cocción (3).

3. Molienda. Una vez obtenidos pequeños fragmentos con los machacadores se pulverizan por molinos hechos de barras de acero muy cercanas las unas a las otras y que giran en sentido contrario. Una vez molido, [Anaya y Chaoca \(2009\)](#) indican que “se hace pasar por un tamiz de 144 mallas por cm² y, seguidamente, va acoplado un separador de aire que, mediante una ligera corriente de aire, deposita el polvo en una tolva”. (p. 16) (4) por último pasa a mezclar con aditivos dependiendo el tipo de yeso y su empaclado y comercialización (5).

FIGURA 1.5: Proceso de fabricación del yeso



Fuente: Dibujo extraído de Placo Saint Gobain.

1.3.3. Aplicaciones del yeso

Las aplicaciones del yeso son diversas y versátiles en estado natural, mineral o calcinado. Este último se emplea en albañilería para la construcción de tabiques para cielo raso

y en la elaboración de placas de techos falsos, suelo y decoración adornada en artesanías (Begliardo et al., 2015). Se puede observar un falso techo construido con base en yeso calcinado.

FIGURA 1.6: Techo falso a base de yeso.



Fuente: Imagen extraída de multiservis.com.pe.

Sin embargo, el yeso natural se emplea junto con la arcilla como fertilizante, abono y desalinizador para mejorar la calidad de los suelos. También se conoce su potencial como acondicionador de suelos para la agricultura. Begliardo et al. (2015) indica que la industria de cemento portland lo utiliza como retardador de fraguado. Además, tiene aplicaciones industriales como fundición de cerámicos o relleno de pintura. En medicina se emplea para vendajes, moldes quirúrgicos y elaboración de dentífrico. En la industria química y farmacéutica se recurre al yeso por ser fuente de calcio. Así, se transforma en un elemento utilizado en maquillajes como labiales y en medicamentos orales. En la industria de alimentos, se utiliza para tratar el agua, refinar azúcar y en vegetales enlatados.

En geotecnia, el yeso sirve de estabilizador de suelos y/o taludes; en ingeniería vial, se lo utiliza como regulador de humedad para bases y sub-bases y como facilitador de lixiviado de la sal para deshielo en banquetas. En el sector veterinario, se lo utiliza para reducir el olor a heces (Begliardo et al., 2015).

1.3.4. Paneles prefabricados de yeso

Definición, elaboración y características

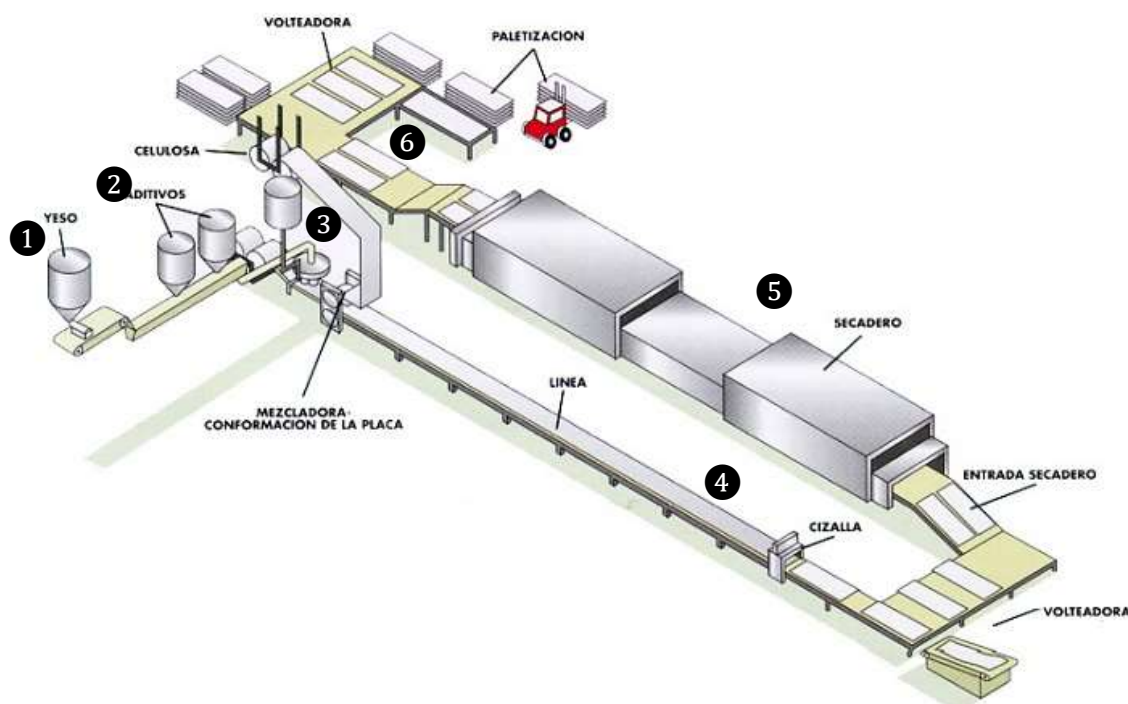
Las láminas de yeso presentan ventajas amigables al tacto, poco sujetos a la combustión, resistentes, aislantes, se usan en seco, son fáciles de intervenir para acciones de

corte, atornillamiento, taladramiento, pegamento, decoración, etc. Esta versatilidad de los paneles de yeso hace que sea uno de los materiales privilegiados para acabados en la construcción. Se elaboran mediante un proceso de laminación continua con diferentes largos y espesores, y con bordes longitudinales con rebaje.

El proceso de fabricación comienza con la (1) homogenización se iguala la calidad del yeso por medio de almacenaje en capas horizontales y para su uso se extrae en capas verticales para que la mezcla sea muy similar, (2) aditivos se adicionan al yeso dependiendo el tipo de placa, toman diferentes características como: resistencia a la humedad, fuego, alta dureza o acústica. Entre los aditivos que se utiliza están: plastificantes (reduce la demanda de agua del material), aireantes (ajusta la densidad y el peso de los materiales), anticalcinación (reduce la deshidratación del yeso en el secado de los hornos), (3) Mezclado y prensado en el proceso se mezcla el yeso con agua, gel y aire para para darle volumen y aligerar la placa; esta pasa al forrado adhiriéndose sus caras al cartón (celulosa). (4) Secado y corte comienza el proceso de fraguado y pasa por una cinta transportadora de aproximadamente 250 mts por un tiempo de 3 min para su corte con una cizalla. (5) Secadero se le extrae el agua por medio de aire caliente a una temperatura entre 320° a 350°. (6) Almacenamiento se empacan para su distribución y comercialización.

A continuación, se presenta el flujograma para la obtención de los paneles de yeso homogeneización, mezclado, prensado, secado, desmoldado y almacenamiento

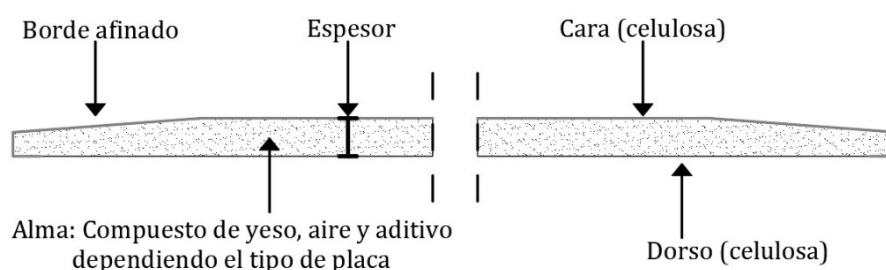
FIGURA 1.7: Proceso de fabricación de panel prefabricado de yeso



Fuente: Extraído de wikifab.

Muñoz Muñoz y Narvárez Pupiales (2019) señalan que la función del núcleo de yeso es dar rigidez al panel a fin de que resista a los esfuerzos cortantes. Los beneficios que concluyen de la fabricación de yeso son que este “impide la condensación superficial y la humectación de paredes y techos. Además es incombustible ante el fuego; no emana gases tóxicos (solo vapor de agua) y rompe las ondas sonoras impidiendo su progresión y disminuyendo el eco y ruido” (p.44-45).

FIGURA 1.8: Sección transversal de un panel de yeso.

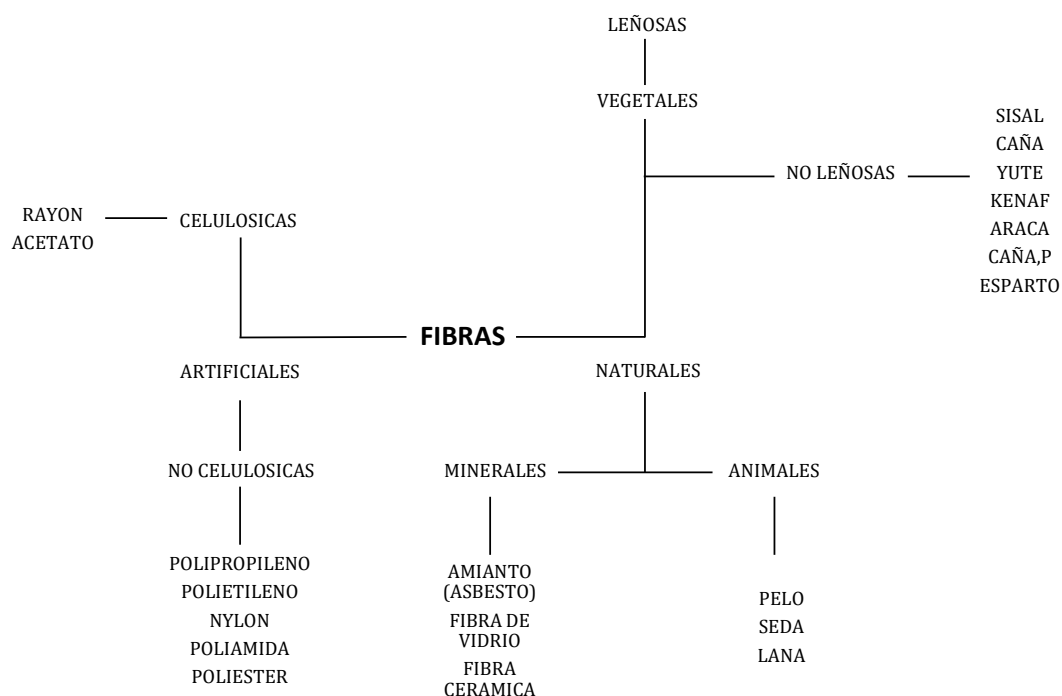


Fuente: extraída de Placo Saint Gobain.

1.4. Fibras

Las fibras son estructuras unidimensionales sólidas y flexibles, con una longitud normalmente superior a su diámetro [Simbaña \(2010, p. 15\)](#) establecen que las fibras se dividen de la siguiente manera:

FIGURA 1.9: Tipos de fibras



Fuente: Extraído de (Simbaña, 2010)

Como se observa en la figura, existen tres tipos de fibras naturales: vegetales, animales y minerales. Su aplicación es diversa, acorde, a su composición y sus características físicas, químicas y mecánicas, de origen natural de plantas y animales. Las fibras naturales tienen un gran valor ecológico, ya que al término de su tiempo de vida útil es biodegradable, de fácil descomposición sin afectar el medio ambiente ([Simbaña, 2010](#)).

[Acosta-Solís \(1961\)](#) realizó un estudio sobre los bosques del Ecuador y sus productos. En este libro señalaba que en el Ecuador:

Se utilizan 199 especies vegetales correspondientes a 50 familias botánicas; según el origen, 73 son árboles, 48 lianas, 19 herbáceas, 18 hemiepífitas, 16 bejucos, 10 venas, 7 arbustos y 3 epífitas. De acuerdo a la parte vegetal utilizada, de 101 especies se utiliza los tallos, de 80 las cortezas, de 35 los frutos, de 34 las hojas, de 33 la raíz, de 10 el pecíolo y de 5 la vaina ([Acosta-Solís, 1961, p. 147](#)).

En la presente investigación, se enfatizará en las fibras naturales, que se agrupan en

categorías según su procedencia:

- a) Hierbas y Cañas: Fibras provenientes de tallos de plantas monocotiledóneas, por ejemplo: hierbas y paja de trigo, arroz, cebada.
- b) Hojas: Fibras que se encuentran a lo largo de hojas de plantas monocotiledóneas, por ejemplo: abacá, sisal, henequén.
- c) Tallos: Provenientes de la corteza interna de plantas dicotiledóneas; por ejemplo: lino, yute, cáñamo, kenaf.
- d) Semillas e Hiladuras de Frutos: Incluye también las sedas; por ejemplo: algodón.
- e) Fibras Maderables: Fibras de madera dura (angiospermas) y maderas suaves (gimnospermas); por ejemplo: eucalipto, pino (Muñoz Muñoz y Narváez Pupiales, 2019, p. 21).

Rodríguez (2006) afirma que las fibras naturales tienen una estructura tripartita de polímeros compuesta de celulosa, lignina y hemicelulosa, , además de algunos elementos con poco peso molecular solubles en agua u otros orgánicos, en mínima cantidad de proteínas y sales minerales; composiciones que varían en función del origen de la fibra: vegetal o animal.

Para Sinchire (2017), la celulosa es un constituyente importante de organismos vegetales, aunque también se encuentra en algunos organismos en el reino animal, siendo el compuesto orgánico mas abundante y disponible en la biosfera:

Es un biopolímero compuesto de moléculas de β -glucosa que es el mayor constituyente de las paredes celulares de las plantas. La cantidad de celulosa determina la resistencia mecánica, como componente estructural de las células vegetales comprende del 10 % al 20 % del peso seco de las hojas, el 50 % del peso de la madera y la corteza de los árboles y aproximadamente el 90 % del peso de las fibras de algodón. (Sinchire, 2017, p.30)

La hemicelulosa está compuesta, según Rodríguez Sepúlveda et al. (2014), por “heteropolisacáridos tales como galactosa o fructosa, la glucosa, las cuales constituyen una cadena lineal ramificada. Después de la celulosa, es reportada como el segundo carbohidrato en las paredes celulósicas de las plantas”. (p.14).

La lignina se puede definir como “un polímero complejo de hidrocarburos alifáticos y aromáticos que está asociado con la celulosa y la hemicelulosa dentro de las paredes celulares de las plantas” (Rodríguez Sepúlveda et al., 2014, p.15). “Es íntegramente hidrofóbica en naturaleza y es considerada como un polímero termoplástico” (p. 15).

Las fibras naturales tienen algunas ventajas que justifican por qué deben usarse en materiales de construcción, y especialmente en el Ecuador, las fibras son ambientalmente amigables en producción, procesado, aplicación y desecho; uso de recursos renovables que exigen poca energía incorporada; especialmente con el uso de fibras trituradas, o fibras tejidas; poco peso ym por lo tanto, más resistencia y flexibilidad; además de significativa tracción y deformación. Por estas características se cuenta con una mayor ductilidad, la cual es recomendable para admitir cargas dinámicas o accidentales de impacto; además

liberan menos calor y gases a la atmósfera como CO y CO₂; es un material muy transpirable e higroscópico, libre de agentes tóxicos y/o alérgenos por el cual el material no es abrasivo (Sinchire, 2017, p. 32).

Las pocas desventajas que presentan se deben al tiempo de obtención de las fibras, la dependencia de los factores climáticos, la alta absorción de agua si no son tratadas adecuadamente y su baja elasticidad.

La utilización de las fibras naturales de origen vegetal ha respondido, a lo largo del tiempo, a necesidades básicas del ser humano (alimentación, refugio, vestimenta). Estos materiales hacen posible la transformación de los elementos naturales en un cultura material y patrimonial, en este caso la arquitectónica. El uso de las fibras se remonta desde los inicios de la historia donde el hombre, utilizaba las fibras naturales para la construcción, empleado como material de refuerzo en mamposterías, mezcladas con aglomerantes naturales a base de tierra para la edificación de viviendas (Tapia et al., 2006). Siendo sostenibles y ventajosas para el cuidado ambiental por ser biodegradables.

Las fibras naturales de origen vegetal son de dos tipos: duras o blandas. Para la construcción las más utilizadas son las primeras (hojas de coco, cebada, paja, cáñamo, caña, abacá, raquis de banano etc.). Las propiedades físicas a considerar en un material compuesto son, según Cevallos Orbe (2011): masa específica, absorción del agua y porosidad. Es conocido que las tres propiedades están íntimamente relacionadas en tanto que a mayor presencia de las fibras menor masa específica y más absorción y porosidad. Según Caldas (2002), en su trabajo con fibras residuales de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) con matrices de escoria, yeso y cal hidratada (EGCH); en altos hornos activada con cemento Pórtland (ECP) aduce: una mayor fracción volumétrica del refuerzo, aumento de porosidad debido a la elevada relación a/c, presencia de poros en las fibras y la formación de canales debido a la presión negativa aplicada". (p. 78).

1.5. Composición química de las fibras vegetales

En la tabla 1.5 se presentan los componentes de las fibras vegetales (celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina) y su representatividad en cada fibra natural.

Tabla 1.5: *Composición química de las fibras vegetales más importantes*

FIBRA	Celulosa (determina la resistencia mecánica de la fibra) (% Peso)	Hemicelulosa (une las microfibras de la celulosa). (% Peso)	Pectina (une las microfibras de la celulosa) (% Peso)	Lignina (otorga rigidez) (% Peso)
Lino	71.2	18 – 20	2.3	2.2
Cáñamo	70 – 75	17 – 22	0.9	3.7 – 5.7
Yute	61 – 71	13 – 20	0.2	8.1 – 13
Kenaf	45 -57	21	3 – 5	8 – 13
Ramio	68 – 76	13 – 16	1.9	0.6 – 0.7
Henequén	77.6	4 – 8		13.1
Abacá	63 - 70	20 – 21	0.6 -1	5 – 6
Sisal	67 – 78	10 – 14	10	8 – 14
Algodón	82 – 93	3 – 6	2.6	
Miraguano	64	23	23	13
Bambu	35 – 61	15		27 – 32
Coco	32 - 64	0.15 – 0.25	3 – 4	4. – 45
Banana	63 – 64	10		5
Phornium	71.3			
Ortiga	86			
Cabuya	62.7		17.7	15.5

Fuente: Tamayo Duque (2012, p. 4)

Elaborado por: Cristian Ordóñez

De esta tabla se infieren tres datos fundamentales: las fibras con más resistencia mecánica que tienen algunas fibras a mayor comparada a otras; las que mayor posibilidad de acoplamiento entre sus fibras; y la dureza y resistencia otorgada por la lignina.

En la tabla 1.6 se comparan fibras vegetales y fibra de vidrio, demostrando las ventajas que posee las fibras naturales para su uso.

Tabla 1.6: *Comparación características fibras vegetales/fibras de vidrio*

	Fibras vegetales (FV)	Fibra de vidrio
Densidad	baja	doble que las FV
Costo	bajo	bajo, mayor a las FV
Renovable	sí	no
Reciclable	sí	no
Consumo de energía	bajo	alto
CO2 neutro	sí	no
Abrasión a máquinas	no	sí
Riesgo a la inhalación	no	sí
Eliminación	biodegradable	no biodegradable

Fuente: López Sánchez et al. (2004)

Esta tabla permite entender por qué las fibras vegetales sustituyeron poco a poco a las fibras de vidrio, por las desventajas que estas presentan: el material no es renovable ni reciclable; consume mucha energía y presenta riesgos de abrasión e inhalación.

1.6. Paneles prefabricados de fibras vegetales

Los primeros paneles prefabricados fueron inventados por los egipcios, ya que estos consideraban que el trabajo artesanal era casi divino.

(...) los egipcios aplicaban chapas de maderas decorativas sobre maderas macizas de cedro, ciprés, pino y ébano, como se ve en los muebles o ataúdes de esa época, también la práctica de embellecer muebles con chapas decorativas fue bastante usada por los griegos y los romanos. Durante el siglo XVIII fue conocido y usado para unir chapas alternando las direcciones de la veta, técnica que se usaba en los muebles Sheraton y Chippendale (Fernández González, 1993, P. 274).

Los pioneros en la obtención de fibras de madera fueron los estadounidenses en 1924, permitiendo que 1934 surgiera el proceso térmico sueco conocido como Defibrator.

Fernández González (1993) añade que tres décadas después se dio paso a la producción de tablero de fibras en seco, acuñando entonces el concepto de tablero de fibra de densidad media (MDF).

La historia de la arquitectura ha sido regida hasta hace pocas décadas por el criterio esteticista, marginando propuestas y alternativas que se alejaban de la “arquitectura oficial”. Es decir que una obra arquitectónica cobraba valor cuando adquiría la categoría de obra de arte. Nuevamente, se dejaba de lado los elementos culturales, físico ambientales y económicos sociales de dicha taxonomía. Fue solo al final de la década de los 80’s cuando

el mundo académico fijó la mirada en la arquitectura sostenible, conocida también como arquitectura verde o eco arquitectura. El primer documento que recoge estos postulados fue elaborado por los miembros de la Escuela de Arquitectura y Planeamiento Urbano de la Universidad de Michigan en 1998 en *An Introduction to Sustainable Architecture*. Entre ellos destacamos el uso moderado de materiales de construcción de bajo contenido energético, la consideración de los factores contextuales y climáticos del entorno para generar el menor impacto en el medio ambiente.

1.7. Fibras vegetales en la zona austral del Ecuador

1.7.1. Cabuya

FIGURA 1.10: Plantas de cabuya y fibras de cabuya



Agave americano de Cañar — Agave americano de Oña — Fibra de cabuya de Paute

Fuente: fotos tomadas por el investigador

Cabuya es una fibra de una planta silvestre del Ecuador perteneciente a la familia de las agaváceas que crece en los Andes. Esta fibra se extrae de la hoja de la cabuya (nombre científico *Furcraea Andina*). Se trata de “una planta arrosetada que alcanza hasta 1,5 metros de altura en su parte vegetativa e incluye la estructura reproductora, puede alcanzar hasta los 15 metros” (Tamayo Duque, 2012, p.3). El agave americano también crece en la provincia de Cañar y de Azuay Esta especie de planta se cultiva en los valles del corredor interandino y en Ecuador está en territorio de “Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar y Azuay” (Tamayo Duque, 2012, p.3). La siembra de cabuya debe hacerse en suelos arcillosos o arenosos, ricos en calcio, ya que la planta necesita grandes cantidades de magnesio, fósforo y potasio. La siembra se realiza en cualquier época del año, siempre y cuando se tenga la cantidad de agua necesaria para nutrirla. Cabuya necesita de mucha luz y humedad atmosférica, condiciones que cumple la zona de Cochapata y Oña en la provincia del Azuay.

Checa y Jurado (2002) establece que las condiciones del cultivo óptimo fluctúan con temperaturas entre 18 y 24 °C, que corresponde a una altura de 1000 a 2000 mts; hume-

dad relativa entre 50 y 70 %, y precipitación pluvial de 1.000 a 1.600 mm. anuales. La luminosidad favorece el desarrollo morfológico y anatómico de las hojas aumentando la calidad y cantidad de fibra (de cinco a seis horas de luminosidad diaria); el PH apropiado es de 5 a 7 para un correcto crecimiento de la planta. (p. 12-13)

Se destaca que “la cabuya se compone de 62,7 % de celulosa, 15,5 % de lignina y 17,7 % de su peso en pentosas. La fibra tiene una longitud de 80 a 120 cm., es de color habano con un brillo opaco, su textura es dura; no absorbe humedad, pero es resistente a los álcalis” (Tamayo Duque, 2012, p.4-5).

1.7.2. Caña de azúcar y residuo, el bagazo

FIGURA 1.11: Caña de azúcar, bagazo de caña y fibra de bagazo



Caña de azúcar en Santa Isabel, Azuay — Bagazo — Fibra de bagazo después de su procesamiento

Fuente: fotos tomadas por el investigador en Santa Isabel

La caña de azúcar crece en zonas templadas, aunque los climas tropicales resultan mucho más para su crecimiento. La caña requiere de mucha luminosidad y de temperaturas entre 20 a 30°C. Como la cabuya requiere de 1100 a 1500 mm de precipitaciones anuales y de suelos arenosos o arcillosos cuya acidez oscile entre 5 y 8,5. En Ecuador, la caña de azúcar crece en muchas provincias, pero los principales productores son Guayas, Imbabura, Loja, Cañar y, más recientemente, Azuay. El bagazo se define como:

(...) el residuo lignocelulósico, fibroso, obtenido a la salida del último molino del tandem, que, en la fábrica de azúcar, extrae el jugo de la caña. Representa el 28 % en peso de la caña que se procesa. Constituido por cuatro fracciones: fibra (45 %), sólidos insolubles (2-3 %), sólidos solubles (2-3 %) y agua (50 %), representa el coproducto de mayor tonelaje y volumen de la producción industrial del azúcar de caña (Olson, 2003, p. 3)

Tinoco Padilla (2018) indica que el bagazo se compone de tres elementos: el recubrimiento (que abarca la epidermis, corteza y periciclo), la fibra (derivada principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo) y el tejido básico. El bagazo se obtiene después de pasar la caña por el trapiche y extraer el jugo; posteriormente va a un molidor para extraer la fibra (3).

1.7.3. Cultivo de pino y extracción de la viruta

FIGURA 1.12: Árboles y viruta de pino



Árboles de pino — Viruta de pino

Fuente: Fotos tomadas por el investigador en azogues.

Minga Ochoa y Verdugo Navas (2016) señalan en su libro *Árboles y Arbustos Nativos de los Ríos de Cuenca*:

El pino es originario de California y que fue introducido en el Ecuador en 1905. La primera plantación a gran escala se realizó en el páramo del volcán Cotopaxi, y su uso se extendió a partir de 1960. Es la segunda especie forestal más plantada en la sierra después del eucalipto. (p. 178)

El *pinus radiata* es la especie de pino más común en Ecuador (1), que crece en todas las provincias de la Sierra ecuatoriana. El *pinus radiata* crece a una altitud situada entre 1.800 y 3.500 msnm; requiere de precipitaciones anuales entre 800 y 1.330 mm y se desarrolla gracias a temperaturas situadas entre 11° a 17°C. Sus características edáficas son: “suelo franco-arenoso, bien drenado, con pH neutro a ligeramente ácido, exigente en fósforo, boro y zinc” (*Ecuador forestal*, s.f., párr. 5).

En la figura siguiente se reproducen las propiedades físicas y mecánicas de la variedad más común en la sierra ecuatoriana.

Tabla 1.7: *Propiedades físicas del pinus radiata*

Densidad (gr/cm ³)	VERDE	SECO AL AIRE	BÁSICA
	1,04	0,48	0,39
Contracción normal %	Tangencial 5,2	Radial 3,0	Volumétrica 1,73

Fuente: *Ecuador forestal* (s.f.)

Tabla 1.8: *Propiedades mecánicas del pinus radiata*

Flexión estática	ELP	555	Kg/cm ²
	MOR	793	Kg/cm ²
	MOE	110,2	Ton/cm ²
Comprensión paralela	ELP	299	Kg/cm ²
	MOR	434	Kg/cm ²
	MOE	107,8	Ton/cm ²
Comprensión perpendicular	ELP	74	Kg/cm ²
	MOR	136	Kg/cm ²
Dureza	Lados	348	Kg
	Extremos	472	Kg

(ELP) Esfuerzo en el límite proporcional (MOE) Módulo de elasticidad (MOR) Módulo de ruptura.

Fuente: Ecuador forestal (s.f.)

La viruta es un material residual resultante de los trabajos de cepillados, desbastado o perforación de la madera; pueden tener una forma laminada o en espiral. Actualmente, solo se usa en un 80 % la madera obtenida dentro de plantaciones, lo que significa que un 20 % del material maderable se pierde tras el encuadre, cepillado y la corrección.

La viruta obtenida del pino se compone de 32 a 43 % de celulosa, 40-45 % de lignina y 0.15 a 0.25 % de su peso en hemicelulosa.

1.8. La fabricación de paneles prefabricados de yeso en Cuenca

Con el objetivo de contextualizar la investigación sobre la comercialización de paneles de yeso prefabricados en la ciudad de Cuenca se realizó una encuesta a tres dueños de locales de fabricación de estucos, analizando su proceso de fabricación que permita establecer pautas y consideraciones dentro de la propuesta.

Tabla 1.9: *Fabricación de placas de yeso en la ciudad de Cuenca*

LOCAL	MATERIALES	CANTIDAD Kg/gr/cm	ADITIVOS	TIEMPO DE ELABORACIÓN	TIEMPO DE SECADO	FORMATO
Taller de estucos Virgen de Guadalupe	-Yeso	3½kg	No	6 a 7 min	1 día y medio a 3	Alto relieve: 65cm x 65cm. Estándar: 60cm x 60cm
	-Cemento	1kg				
	-Agua	2½lt				
	-Carrizo	4 uni: 60 y 55cm, 50 y 55cm				
	-Cabuya	De 120cm a 150cm				
Casa del molde	-Yeso	-4kg	No	8 a 10 min	3 a 6 días	Estándar y con relieve: 60cm x 60 cm Paneles: 1m x 60cm.
	-Molde Caucho	63cmx63cmx4mm				
	-Agua	3lt				
	-Fibra de vidrio	½ kg				
	-Carrizo	4 uni: 50 y 55cm				
	-Cabuya	120cm a 150 cm				
Reina del cisne	-Yeso	4 cup: 412gr	No	7 min	1 a 2 días	Estándar: 70cm x 70cm
	-Cemento	1 cup: 412gr				
	-Agua	3 cup: 500 gr				
	-Carrizo	4 uni: 60 cm y 65cm				
	-Cabuya	Segmentos de 110 cm				

Fuente: Elaboración propia. Ordoñez C., 2020

Señalan que conocen las mezclas por cantidad gracias a la experiencia de modo empírico, y no emplean ningún tipo de aditivo. El proceso para fabricar los paneles es el mismo proceso para mezclar el yeso con agua, hasta permitir generar una consistencia plástica que permita verter el material con los componentes de carrizo, cabuya, fibra de vidrio y cemento, dentro de un molde.

El formato de los estucos y su costo va acorde al dimensionamiento; comúnmente presentando tres formatos: 60 x 60 cm, 65 x 65cm, y de 70 x 70 cm, con valores que van desde 1.50 a 12 dólares dependiendo el acabado.

Metodología de investigación

2.1. Paradigma de investigación

Según [Arias \(2012\)](#) la investigación documental “es un proceso sistemático y secuencial de recolección, selección, clasificación, evaluación y análisis de contenido del material empírico impreso y gráfico, físico y/o virtual que servirá de fuente teórica, conceptual y/o metodológica para una investigación científica determinada. (p. 27)”.

Este proceso ha sido sistematizado gracias a los siguientes instrumentos de investigación: fichas de lectura y matrices de análisis en función de las categorías de investigación previamente establecidas.

Para cumplir con la segunda fase y permitir la realización de pruebas de laboratorio (características físicas, para el acabado y conservación hasta su uso; propiedades mecánicas de compresión, flexión y almacenamiento térmico), se realizará la experimentación del yeso con distintos tipos de residuos agroindustriales empleados mediante las variables: agua, yeso y gramaje de fibras naturales.

2.2. Materiales y método de elaboración

Se consideró el yeso como aglomerante natural, y la obtención de fibras naturales vegetales en las cercanías del lugar de estudio. El yeso se extrajo del yacimiento de Malacatos (provincia de Loja) con reservas de 200 mil toneladas, donde se adquiere en sacos de 25 y 50 kg; presenta un peso específico de 2,31 g/cm³; así como dureza que bordea el 1,5 a 2 en la escala de Mohs, con una característica muy fina en su complexión y fraguado moderado para su manejo con usos en agricultura para fertilizar el suelo, fabricación de cemento y en la construcción para fabricación de materiales y enlucidos.

Se seleccionó para la investigación la fibra de cabuya, que se recolectó de los desechos producidos en los negocios artesanales de confección de bolsos, sombreros y alpargatas localizados en la zona de Paute, Cochapata y Oña, provincia del Azuay con rendimientos de producción aproximada entre 4 a 6 toneladas anuales por has.

Por otro lado, el bagazo proveniente de la producción de caña de azúcar es un cultivo

permanente con gran producción a nivel nacional con 101.898 has, en la sierra para nuestro estudio en el cantón Santa Isabel abastece con 78 has para producción de alcohol y panela.

La viruta se obtuvo de los desechos de la madera de pino radiata, árbol que crece a lo largo de la sierra ecuatoriana el cual se utiliza su madera al tiempo de 20 años de su siembra. El uso que se le da en el ámbito de la construcción en acabados, muebles y fabricación de materiales como el papel en la ciudad de Cuenca se captó este residuo por medio de los aserraderos que desechan la viruta en sacos de 15 a 20 kg.

Estos materiales que buscan generar conciencia en el desarrollo sostenible al ser adquiridos localmente y tener un impacto mínimo y reducido con el medio ambiente.

2.3. Tratamiento de las fibras

2.3.1. Cabuya

El agave americano o cabuya negra pertenece a la familia agaváceas, se cultiva en suelos poco fértiles marginales de poco uso comercial a temperaturas entre 18° a 24°, alcanza una altura de 1.5 metros; el corte se lo realiza a los 3 años con un promedio de 20 hojas por planta en hasta 3 cortes anual.

La obtención de la fibra de cabuya se realiza en cinco pasos: el corte de las hojas (1), la desfibración (2), el lavado (3), el secado (4), el escarmenado o peinado (5), forma de comercialización (6) y corte para su utilización dependiendo su uso (7).

FIGURA 2.1: Proceso de obtención cabuya



Fuente: vivoboreal.com/el-fique-conoce-esta-fibra-natural-y-su-trabajo-artesanal/

Para esta planta se debe aplicar un corte recto, de abajo hacia arriba y ubicado cerca al tallo. La planta debe quedar con muchas hojas para que no muera. La desfibración se define como aquel proceso en el que se distancia la corteza de las hojas, se obtiene el jugo de la fibra natural del tronco del agave lo que se llama pulcre (que sirve para hacer el chawarmishki) y se hunde en tanques de agua para modificar su color verdoso (de 12 a 15 horas).

Concluido el lavado la fibra se vuelve amarilla y se deja secar en cuerdas o sobre piedras, adquiriendo un color mas claro; cuanto mas blanca se requiera la fibra, se prolonga sus días y periodo de secado. La cabuya es un material que presenta gran volumen y largas dimensiones; sin embargo, para la presente investigación y facilidad de su mezclado con el yeso se segmenta de entre 8cm a 15cm para las probetas de ensayo.

2.3.2. Bagazo

Es un producto de la caña de azúcar (*saccharum officinarum*) la cual pertenece a la familia de Gramíneas de la especie *officinarum*; se cultiva a temperaturas oscilantes entre 20 a 30° con características morfológicas por un tallo entre 5 a 6 cm y alcanzando una altura entre 2 a 5m.

La recolección se hace de manera manual en la base del tallo, desprendimiento de las hojas y el traslado a la molienda para extraer la sacarosa que sirve para preparar licor (aguardiente) y descartar el bagazo, el cual es el material recolectado para nuestra investigación en el cantón Paute y Santa Isabel.

El material para su empleo pasa por un proceso de molido que permite obtener el jugo de la caña y obtener el residuo de bagazo (1), que será utilizado para la experimentación (2). Pasa por un proceso de lavado y reposo durante tres días y se deja reposar en agua destilada con frecuentes cambios, ayudando a eliminar impurezas y evitando el contacto del yeso en el proceso de experimentación (3). Se procede a dejar secar a temperatura ambiente durante cinco días; (4) para su utilización se corta en segmentos procediendo a un molido manual (molino metálico artesanal) (5), obteniendo fibra de un tamaño idóneo para la mezcla en laboratorio (6).

FIGURA 2.2: Tratamiento de la fibra de bagazo



Fuente: Elaboración propia. Ordoñez, C. (2020).

2.3.3. Viruta de pino

El pino es un árbol de la familia pinaceae, toma nombre científico de *pinus radiata* el cual crece en la serranía con temperaturas de los 11° a 17° C alcanzando alturas de 30m con el tronco hasta 70 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho), donde pasado los 18 años está lista para producción de madera para usos comerciales.

La madera pasa por un proceso de talado y traslado al aserradero (1), se trata la madera mediante el cepillado, fabricando tablas y tablones (2); el desperdicio se obtiene de la fibra en diferentes tamaños de segmentos (3); se tamiza el material hasta obtener una viruta que permita una óptima adherencia con el yeso (4).

FIGURA 2.3: Tratamiento de la fibra de pino hasta conseguir viruta.



(1) Tala y traslado de madera de pino (2) Cepillado de la madera (3) Tamizado (4) Viruta a utilizar en la experimentación

Fuente: Elaboración propia. Ordoñez, C. (2020)

2.4. Equipos para pruebas de laboratorio

2.4.1. Balanza de precisión

La bascula utilizada en laboratorio para el cálculo del peso es una Intel weighing modelo SEK 30k, con capacidad de 30 kg, y legibilidad de 0.5g / 0.02 oz, tamaño de plataforma de 13.6 x 9 pulgadas.

FIGURA 2.4: Balanza Intel Sek 30



Fuente: Elaboración propia. Ordoñez, C. (2020).

2.4.2. Equipo empleado para pruebas (flexión y compresión)

El equipo utilizado para las pruebas es un modelo Versa-loader con capacidad máxima de carga de 45KN, velocidad de carga precisa de 2.032mm a 0.025mm por minuto, bloqueo ajustable manual con tuercas para aseguramiento de cruceta y anillo de carga con indicador métrico del dial de 10.0Kn o anillo de carga pistón para compactación CBR PR-05 de 28Kn.

FIGURA 2.5: Equipo utilizado para las pruebas de flexión y compresión.



Fuente: Elaboración propia. Ordoñez C., 2020

2.5. Elaboración de mezcla




El proceso para la cuantificación de la materia prima se basa en la disponibilidad de los materiales; como material fundamental para la investigación se escogió el yeso por sus características y beneficios en la actividad de la construcción, considerando que es un elemento natural que no produce contaminación al desecharlo. Las fibras se emplearán como material complementario que brindará mejorar la adherencia, resistencia y evitar el fenómeno de retracción en el yeso.

Se realizaron ensayos con diferentes dosificaciones que ayudan a determinar una proporción óptima para la mezcla del yeso con agua, permitiendo que cumpla con estándares dentro de las normativas para garantizar su calidad y permitir la generación de un modelo prefabricado. La tabla 2.1 resume el ensayo de dosificaciones.

El resultado de la experimentación con diferentes tipos de dosificación expresados en tres muestras demostró que:

- El agua influye directamente en la consistencia del material al mezclarse con el yeso: a mayor cantidad de agua más líquido se vuelve el material, pierde propiedades de resistencia y mayor retraso en el fraguado (véanse los resultados de la muestra 2).
- Al ser el yeso un sulfato de calcio semihidratado necesita agua para su solidificación, pero cuando el hidratante está en menor proporción que el aglomerante, la mezcla se vuelve difícil de manejar y de fraguado rápido con características poco favorables para su utilización como lo revela la muestra 3.
- Cuando el yeso está presente en mayor proporción que el agua (3/5 de yeso por 2/5 de agua), la mezcla es trabajable, presenta un tiempo de fraguado moderado

Tabla 2.1: Resumen de ensayo de dosificación yeso – agua

Fotografía	Dosificación	Resultado
	<u>Muestra 1</u> 60% Yeso 40% Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Buena consistencia • La mezcla es trabajable. • Tiempo de fraguado moderado.
	<u>Muestra 2</u> 40% Yeso 60% Agua	<ul style="list-style-type: none"> • La mezcla es poco trabajable. • La mezcla es muy suelta líquida. • Fraguado lento.
	<u>Muestra 3</u> 50% Yeso 50% Agua	<ul style="list-style-type: none"> • La mezcla no es trabajable. • Tiempo de fraguado muy rápido. • No tiene resistencia.

Fuente: Elaboración propia. Ordoñez C, (2020)

y exhibe características de resistencia favorables. Por ello es considerable el empleo de 60 % yeso y 40 % agua, la cual es bastante empleada por artesanos en la ciudad de Cuenca para la fabricación de paneles.

2.5.1. Determinación de capacidad de absorción de agua en las fibras vegetales

Es necesario determinar la capacidad de absorción de agua en las fibras naturales con el objetivo de evitar que en la realización de la mezcla el aglomerante absorba parte del agua destinada para la hidratación y fraguado del yeso. Para ello, se realiza un ensayo de determinación de absorción de humedad para fibras naturales bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de absorción de agua } \% = \frac{P.\text{sat} - P.\text{sec}}{P.\text{sec}} \times 100$$

- P.sat = Peso de la fibra saturada de agua.
- P.sec = Peso de la fibra seca.
- % = Capacidad de absorción.

El ensayo consiste en tomar el peso en una balanza, antes y después de saturar en agua cada fibra, durante un lapso de 30 min. Se toma los resultados, la diferencia de peso entre tres muestras de cada fibra (bagazo, cabuya y viruta) y se saca un valor promedio. En total, se obtiene nueve valores; tres por cada fibra. La tabla 2.2 describe la capacidad de absorción de cada una de las fibras por medio de tres muestras.

Tabla 2.2: Capacidad de absorción de las fibras vegetales de bagazo, cabuya y viruta de pino

FICHA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS					
Ensayo para determinación de la capacidad de absorción de agua de fibras vegetales por medio de:					
ECUACIÓN:					
$\text{Capacidad de absorción de agua \%} = \frac{P.\text{sat} - P.\text{sec}}{P.\text{sec}} \times 100$					
ENSAYO: 1 BAGAZO		ENSAYO: 1 CABUYA		ENSAYO: 1 VIRUTA	
P. sat	90g	P. sat	61g	P. sat	70g
P.sec	15g	P.sec	15g	P.sec	15g
P.sat – P.sec	75g	P.sat – P.sec	46g	P.sat – P.sec	55g
Valor promedio C1:	500%	Valor promedio C1:	306.6%	Valor promedio C1:	366.6%
ENSAYO: 2 BAGAZO		ENSAYO: 2 CABUYA		ENSAYO: 2 VIRUTA	
P. sat	81g	P. sat	59g	P. sat	60g
P.sec	15g	P.sec	15g	P.sec	15g
P.sat – P.sec	66g	P.sat – P.sec	44g	P.sat – P.sec	45g
Valor promedio C2:	440%	Valor promedio C2:	293.3%	Valor promedio C2:	300%
ENSAYO: 3 BAGAZO		ENSAYO: 3 CABUYA		ENSAYO: 3 VIRUTA	
P. sat	89g	P. sat	53g	P. sat	63g
P.sec	15g	P.sec	15g	P.sec	15g
P.sat – P.sec	74g	P.sat – P.sec	38g	P.sat – P.sec	48g
Valor promedio C3:	493.3%	Valor promedio C3:	253.3%	Valor promedio C3:	320%
VALOR PROMEDIO DE ABSORCIÓN DE AGUA= $\frac{C1+C2+C3}{3}$					
RESULTADO: 477.7%		RESULTADO: 284.4%		RESULTADO: 328.8%	
4.7		2.8		3.2	

Fuente: Elaboración propia. Ordoñez C, (2020)

Este ensayo revela la capacidad que presentan las fibras para absorber agua y humedad. Se pudo determinar, que la fibra del bagazo muestra valores promedios entre 477.7%,

demostrando que absorbe casi cinco veces su peso en agua, mientras que la fibra de viruta de madera 328.58 % se caracteriza por triplicar su peso cuando entra en contacto con agua. La fibra que menos agua absorbe es la cabuya, el valor promedio 284.4 % de absorción de agua.

2.6. Experimentación en laboratorio

Para la elaboración de las muestras y experimentación en laboratorio de paneles de yeso con fibras naturales de bagazo, cabuya y viruta, se aplicará las normativas UNE-EN-13279-2 (Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción) (2009), norma UNE-EN- 13279-1 (yesos para la construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción “Parte 1: definiciones y especificaciones”) (2009), y la Norma UNE-EN- 12859 (Paneles de yeso “definiciones, especificaciones y método de ensayo”), que permitirán valorar los resultados y el comportamiento del material propuesto dentro de la investigación. (anexo 2)

2.7. Ensayos a flexión

La norma española AENOR recomienda las dimensiones para probetas reguladas por la norma americana, para el método de resistencia a flexión de los morteros de cemento hidráulico (ASTM C348, 2002). Para la investigación se adaptaron moldes de plywood de 9mm de grosor recubiertas con material plástico que eviten la absorción del agua en las paredes del encofrado.

Estas normas estipulan que los resultados se obtendrán cumpliendo las siguientes especificaciones: tres probetas con moldes de 160x40x40mm, y tolerancias en sus dimensiones entre lados opuestos 0.40 y +- 0.3mm, altura +0.25 y -0.15mm, longitud interior 160 y +- 2.5mm (1). Se pesa las cantidades de materiales; la fibra es previamente saturada con agua destilada según la tabla 2.2 (2); se pasa a mezclar los materiales según la dosificación en un proceso de amasado manual durante un intervalo de tiempo de 30 segundos (3), se coloca en el molde permitiendo conferir la forma con un acabado liso y uniforme (4). El desmolde se lo hace luego de 45 minutos y es puesto a secar en temperatura ambiente por 7 días para su ruptura (5) (ASTM C348, 2002).

Procedimiento

La ruptura se realizó a los 7 días, en el análisis de laboratorio se procedió por medio de la máquina prensa CBR PR-05 mediante la colocación de las probetas con un procedimiento de carga del punto central con aplicación vertical, mediante dos barras de acero a una distancia de 100mm en la base y 1 en la cara superior (6). Se somete a carga con anillo de pistón de 10.0 kg; se aplica una carga uniformemente sobre la cara superior de la probeta hasta llegar al punto máxima de ruptura registrado en kg fuerza (7) que se obtiene expresado en N/mm^2 según la norma.

FIGURA 2.6: Proceso de ensayo de flexión



(1) Moldes para probetas, (2) Fibras saturadas con agua, (3) Amasado, (4) Rellenado de probetas, (5) Desmolde y secado, (6) Aplicación de carga, (7) Ruptura de la probeta.

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

Resultados de los ensayos de flexión

Tabla 2.3: Dosificaciones y resultados ensayo de flexión

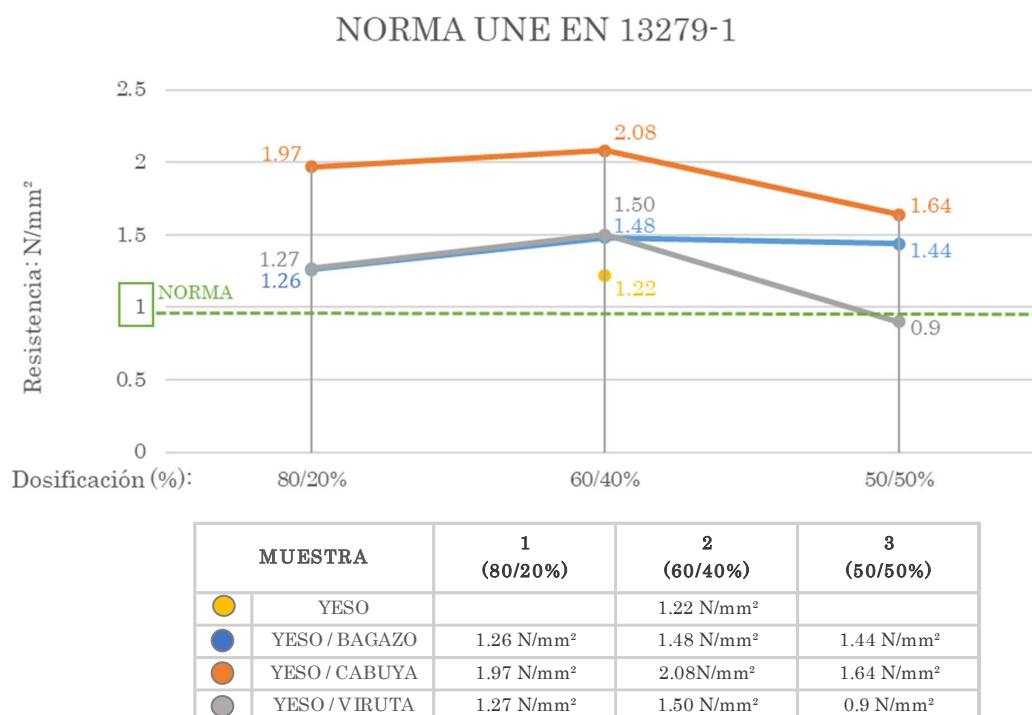
YESO	MUESTRA 160X40X40mm	YESO 60%	AGUA 40%	PESO	F	MÓDULO DE RUPTURA	R			
	M1	(g - %)	(g - %)	(g)	(kg)	Kg/cm ²				
YESO	1	285 - 59.25	196 - 40.75	304	49.35	11.57	1,22 N/mm ²			
	2	285 - 59.25	196 - 40.75	310	58.32	13.67				
	3	285 - 59.25	196 - 40.75	303	50.17	11.76				
	4	285 - 59.25	196 - 40.75	300	53.63	12.57				
	5	285 - 59.25	196 - 40.75	298	54.24	12.71				
	PROMEDIO							12.46 kg/cm ²		
YESO + BAGAZO	MUESTRA 160X40X40mm	YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA	PESO	F	MÓDULO DE RUPTURA	R	
	M1	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g)	(kg)	Kg/cm ²		
	1	80%		20%					1,26 N/mm ²	
		1	244 - 57.14	168 - 40.86	6 - 29.85	14.1 - 70.15	302	60,77		14,24
		2	244 - 57.14	168 - 40.86	6 - 29.85	14.1 - 70.15	295,5	54,04		12,67
	3	244 - 57.14	168 - 40.86	6 - 29.85	14.1 - 70.15	288	49,35	11,57	1,48 N/mm ²	
		M2	60%		40%		PROMEDIO			12,83 kg/cm ²
		1	183 - 59.22	126 - 40.78	12 - 26.32	33.6 - 73.68	288,5	57,91		13,57
	2	183 - 59.22	126 - 40.78	12 - 26.32	33.6 - 73.68	292	69,23	16,23	1,44 N/mm ²	
		3	183 - 59.22	126 - 40.78	12 - 26.32	33.6 - 73.68	271,5	65,87		15,44
		M3	50%		50%		PROMEDIO			15,08 kg/cm ²
	1	153 - 59.22	105 - 40.78	15 - 17.54	70.5 - 82.46	286	63,32	14,84	1,44 N/mm ²	
		2	153 - 59.22	105 - 40.78	15 - 17.54	70.5 - 82.46	293	60,16		14,10
3		153 - 59.22	105 - 40.78	15 - 17.54	70.5 - 82.46	276	63,93	14,98		
PROMEDIO						14,64 kg/cm ²				
YESO + CABUYA	MUESTRA 160X40X40mm	YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA	PESO	F	MÓDULO DE RUPTURA	R	
	M1	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g)	(kg)	Kg/cm ²		
	1	80%		20%					1,97 N/mm ²	
		1	228 - 59.22	157 - 40.78	12 - 26.32	33.6 - 73.68	289,5	93,6		21,94
		2	228 - 59.22	157 - 40.78	12 - 26.32	33.6 - 73.68	307	82,39		19,31
	3	228 - 59.22	157 - 40.78	12 - 26.32	33.6 - 73.68	296,5	81,27	19,05	2,08 N/mm ²	
		M2	60%		40%		PROMEDIO			20,10 kg/cm ²
		1	171 - 59.17	118 - 40.83	24 - 35.71	67.2 - 73.68	279	89,22		20,91
	2	171 - 59.17	118 - 40.83	24 - 35.71	67.2 - 73.68	305	83,1	19,48	1,64 N/mm ²	
		3	171 - 59.17	118 - 40.83	24 - 35.71	67.2 - 73.68	293	98,6		23,11
		M3	50%		50%		PROMEDIO			21,17 kg/cm ²
	1	143 - 59.34	98 - 40.66	30 - 26.32	84 - 73.68	279	77,39	18,14	1,64 N/mm ²	
		2	143 - 59.34	98 - 40.66	30 - 26.32	84 - 73.68	280,5	69,34		16,25
3		143 - 59.34	98 - 40.66	30 - 26.32	84 - 73.68	257,5	67,3	15,77		
PROMEDIO						16,72 kg/cm ²				
YESO + VIRUTA	MUESTRA 160X40X40mm	YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA	PESO	F	MÓDULO DE RUPTURA	R	
	M1	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g)	(kg)	Kg/cm ²		
	1	80%		20%					1,27 N/mm ²	
		1	218 - 59.24	150 - 40.76	5 - 23.81	16 - 76.19	244,5	55,57		13,02
		2	218 - 59.24	150 - 40.76	5 - 23.81	16 - 76.19	248,5	50,27		11,78
	3	218 - 59.24	150 - 40.76	5 - 23.81	16 - 76.19	246	59,85	14,03	1,50 N/mm ²	
		M2	60%		40%		PROMEDIO			12,94 kg/cm ²
		1	164 - 59.42	112 - 40.58	10 - 23.81	32 - 76.19	264	61,69		14,46
	2	164 - 59.42	112 - 40.58	10 - 23.81	32 - 76.19	268,5	64,2	15,05	0,90 N/mm ²	
		3	164 - 59.42	112 - 40.58	10 - 23.81	32 - 76.19	268	69,64		16,32
		M3	50%		50%		PROMEDIO			15,28 kg/cm ²
	1	137 - 59.31	94 - 40.69	12 - 23.81	38.4 76.19	243,5	44,35	10,39	0,90 N/mm ²	
		2	137 - 59.31	94 - 40.69	12 - 23.81	38.4 76.19	251,5	39,87		9,34
3		137 - 59.31	94 - 40.69	12 - 23.81	38.4 76.19	243	33,22	7,79		
PROMEDIO						9,18 kg/cm ²				

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

- La norma española (UNE 13279-1:2009, 2009) “Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción”; determinan que la resistencia a flexión debe cumplir ≥ 1.0 N/mm² para yesos. Las muestras de yeso propuestas demostraron que el yeso empleado cumple con valores en los rangos establecidos de 1.22 N/mm².
- Las muestras de bagazo (M1: 1.26 N/mm², M2: 1.48 N/mm², M3: 1.44 N/mm²); cabuya (M1: 1.97 N/mm², M2: 2.08 N/mm², M3: 1.64 N/mm²); viruta (M1: 1.27 N/mm² y M2: 1.50 N/mm²) con valores resultantes cumplen la normativa estipulada, con resistencias superiores a 1.0 N/mm² que exige como mínimo para yesos; mejorando notablemente a través del uso de las fibras, su comportamiento.
- La fibra de bagazo presenta buenas características de adherencia, tras su ruptura se mantuvieron entrelazados con el yeso, presentando valores sobre los estipulados en la norma (M1: 1.26 N/mm², M2: 1.48 N/mm² y M3: 1.44 N/mm²).
- Las muestras de cabuya presentaron los mejores resultados (M1: 1.97 N/mm², M2: 2.08 N/mm² y M3: 1.64 N/mm²), donde la muestra M2 con dosificación 60/40 de valor 2.08 N/mm² presentó buena adherencia y resistencia a la deformación. En consecuencia, el material compuesto de yeso con fibra de cabuya es considerado una buena alternativa para la elaboración de paneles.
- La experimentación con la viruta los resultados fueron aceptables cumpliendo con la norma (M1: 1.27 N/mm², M2: 1.50 N/mm²), sin embargo la muestra M3: 0.90 N/mm² no cumplió, los resultados visuales evidenciando la disgregación de material por el exceso de fibra.

Mediante el análisis obtenido se presenta los resultados gráficamente del ensayo a flexión, considerando el uso del yeso como material singular, y la mezcla del yeso con las diferentes fibras de bagazo, cabuya y viruta en la experimentación.

Tabla 2.4: Resumen gráfico de la prueba a flexión



Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

2.7.1. Ensayos a compresión

El método de resistencia a flexión [ASTM C109 / C109M-02 \(2002\)](#) (Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de los morteros de cemento hidráulico). Para la investigación se adaptaron moldes de plywood de 9mm de grosor recubiertas con material plástico para evitar la absorción de agua del yeso.

Estas normas estipulan que los resultados se obtendrán cumpliendo las siguientes especificaciones: uso de tres probetas con moldes cúbicos de 50 mm por arista, y tolerancia en sus dimensiones entre lados opuestos 0.13mm y altura hasta 0.13 mm (1). Se pesa las cantidades del material y la fibra es previamente saturada con agua destilada según la tabla 2.2 (2); se pasa a mezclar los materiales según la dosificación en un proceso de amasado manual durante un intervalo de tiempo de 30 segundos (3), se coloca en el molde permitiendo conferir la forma con un acabado liso e uniforme y él desmolde se lo hace luego de 45 minutos (4) y puesto a secar en temperatura ambiente por 7 días para su ruptura (5) [ASTM C109 / C109M-02 \(2002\)](#).

Procedimiento

La ruptura se realizó con el procedimiento de carga del punto central, se registra su peso y se comprueba las dimensiones de cada muestra; por medio de la prensa CBR PR-05 con anillo de carga de pistón de 28 kg, se aplicó una carga uniformemente sobre la cara superior de la probeta hasta llegar al punto máximo de ruptura registrado en kg fuerza (6) y expresado los resultados en N/mm^2 .

FIGURA 2.7: Proceso de ensayo de compresión.



(1) Moldes para probetas, (2) Fibras saturadas con agua, (3) Amasado, (4) Rellenado de probetas y desmolde, (5) Secado, (6) Aplicación de carga.

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

Resultados de los ensayos de compresión

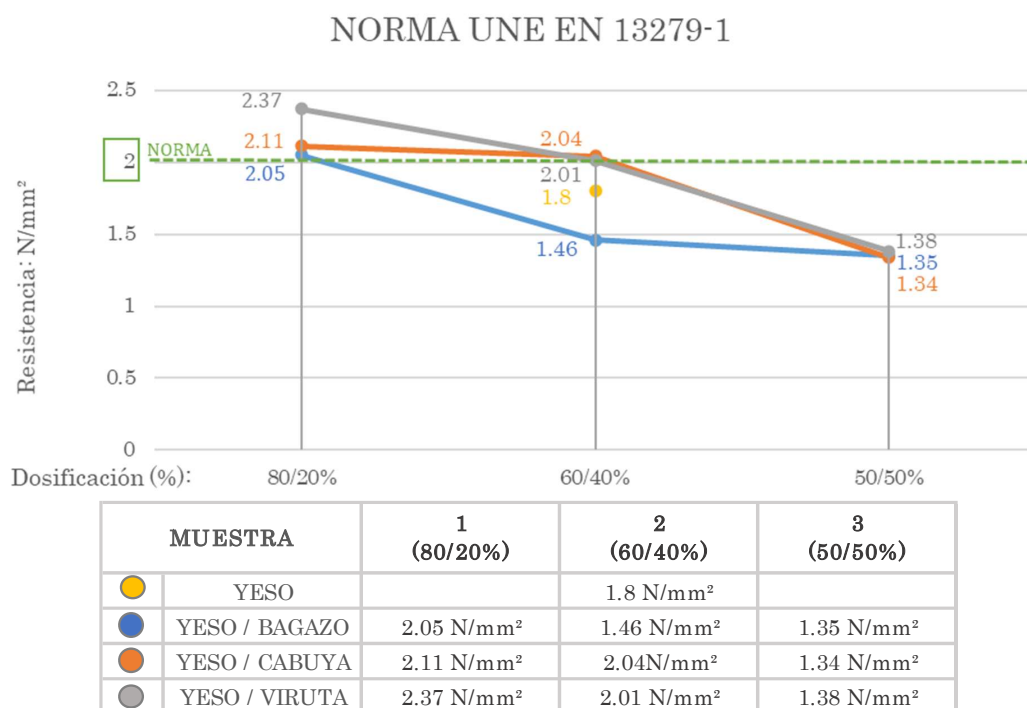
Tabla 2.5: Dosificaciones y resultados ensayo de compresión

YESO	MUESTRA 50x50x50mm	YESO 60%	AGUA 40%	PESO	LECTURA (DIAL)	CARGA EN LIBRAS	ÁREA DE CARGA	CARGA (N)	RESISTENCIA (COMPRESIÓN)		
	M1	(g - %)	(g - %)	(g)	x(N)	y(Lbs)	A(mm ²)	P	F ^c (N/mm ²)		
	1	285 - 59.25	196 - 40.75	150	226	1310.05	2500	4865.77	1.95		
	2	285 - 59.25	196 - 40.75	144	269	1555.45	2500	4611.76	1.84		
	3	285 - 59.25	196 - 40.75	147	228	1321.46	2500	4027.53	1.61		
	PROMEDIO								1.80 N/mm²		
YESO + BACAZO	MUESTRA 50x50x50mm	YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA	PESO	LECTURA (DIAL)	CARGA EN LIBRAS	ÁREA DE CARGA	CARGA (N)	RESISTENCIA (COMPRESIÓN)
	M1	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g)	x(N)	y(Lbs)	A(mm ²)	P	F ^c (N/mm ²)
	80%		20%								
	1	113 - 59.16	78 - 40.84	3 - 17.54	14.1 - 82.46	143	223	1292.93	2500	5754.82	2.30
	2	113 - 59.16	78 - 40.84	3 - 17.54	14.1 - 82.46	156	224	1298.64	2500	5780.22	2.31
	3	113 - 59.16	78 - 40.84	3 - 17.54	14.1 - 82.46	160	180	1047.53	2500	4662.56	1.87
	M2	60%		40%						PROMEDIO	2.16 N/mm²
	1	85 - 59.44	58 - 40.56	6 - 17.54	14.1 - 82.46	134	169	984.76	2500	4383.15	1.75
	2	85 - 59.44	58 - 40.56	6 - 17.54	14.1 - 82.46	118	159	927.69	2500	4129.13	1.65
	3	85 - 59.44	58 - 40.56	6 - 17.54	14.1 - 82.46	136	152	887.74	2500	3951.32	1.58
	M3	50%		50%						PROMEDIO	1.66 N/mm²
	1	71 - 59.17	49 - 40.83	7 - 17.54	32.9 - 82.46	113	150	876.33	2500	3900.52	1.56
	2	71 - 59.17	49 - 40.83	7 - 17.54	32.9 - 82.46	95.5	158	921.98	2500	4103.73	1.64
	3	71 - 59.17	49 - 40.83	7 - 17.54	32.9 - 82.46	105	139	813.55	2500	3621.11	1.45
	PROMEDIO								1.55 N/mm²		
YESO + CABUYA	MUESTRA 50x50x50mm	YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA	PESO	LECTURA (DIAL)	CARGA EN LIBRAS	ÁREA DE CARGA	CARGA (N)	RESISTENCIA (COMPRESIÓN)
	M1	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g)	x(N)	y(Lbs)	A(mm ²)	P	F ^c (N/mm ²)
	80%		20%								
	1	122 - 59.22	84 - 40.78	6 - 26.32	16.8 - 73.68	139	223	1292.93	2500	5754.82	2.30
	2	122 - 59.22	84 - 40.78	6 - 26.32	16.8 - 73.68	143	234	1355.70	2500	6034.24	2.41
	3	122 - 59.22	84 - 40.78	6 - 26.32	16.8 - 73.68	143.5	229	1327.17	2500	5907.23	2.36
	M2	60%		40%						PROMEDIO	2.36 N/mm²
	1	90 - 59.21	62 - 40.79	12 - 26.32	33.6 - 73.68	125	184	1070.36	2500	4764.17	1.91
	2	90 - 59.21	62 - 40.79	12 - 26.32	33.6 - 73.68	135	195	1133.14	2500	5043.58	2.02
	3	90 - 59.21	62 - 40.79	12 - 26.32	33.6 - 73.68	135	214	1241.57	2500	5526.21	2.21
	M3	50%		50%						PROMEDIO	2.04 N/mm²
	1	74 - 59.20	51 - 40.80	14 - 26.32	39.2 - 73.68	111	142	830.67	2500	3697.31	1.48
	2	74 - 59.20	51 - 40.80	14 - 26.32	39.2 - 73.68	125	124	727.95	2500	3240.08	1.30
	3	74 - 59.20	51 - 40.80	14 - 26.32	39.2 - 73.68	130	120	705.12	2500	3138.48	1.26
	PROMEDIO								1.34 N/mm²		
YESO + VIRUTA	MUESTRA 50x50x50mm	YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA	PESO	LECTURA (DIAL)	CARGA EN LIBRAS	ÁREA DE CARGA	CARGA (N)	RESISTENCIA (COMPRESIÓN)
	M1	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g - %)	(g)	x(N)	y(Lbs)	A(mm ²)	P	F ^c (N/mm ²)
	80%		20%								
	1	119 - 59.20	82 - 40.80	2 - 23.81	6.4 - 76.19	159.5	226	1310.05	2500	5831.03	2.33
	2	119 - 59.20	82 - 40.80	2 - 23.81	6.4 - 76.19	150	269	1555.45	2500	6923.29	2.77
	3	119 - 59.20	82 - 40.80	2 - 23.81	6.4 - 76.19	154	228	1321.46	2500	5881.83	2.35
	M2	60%		40%						PROMEDIO	2.48 N/mm²
	1	90 - 59.20	62 - 40.79	5 - 23.81	16 - 76.19	139	216	1252.98	2500	5577.01	2.23
	2	90 - 59.20	62 - 40.79	5 - 23.81	16 - 76.19	153	184	1070.36	2500	4764.17	1.91
	3	90 - 59.20	62 - 40.79	5 - 23.81	16 - 76.19	150	212	1230.15	2500	5475.41	2.19
	M3	50%		50%						PROMEDIO	2.11 N/mm²
	1	74 - 59.20	51 - 40.80	6 - 23.81	19.2 - 76.19	148	139	813.55	2500	3621.11	1.45
	2	74 - 59.20	51 - 40.80	6 - 23.81	19.2 - 76.19	143.5	117	688.00	2500	3062.27	1.22
	3	74 - 59.20	51 - 40.80	6 - 23.81	19.2 - 76.19	143	140	819.26	2500	3646.51	1.46
	PROMEDIO								1.38 N/mm²		

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

- Los resultados según la norma española(UNE 13279-1:2009, 2009) “Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción” (anexo 4) determina que la resistencia a compresión para yesos debe cumplir la ecuación $\geq 2.0\text{N/mm}^2$. Las muestras de yeso como único material demostraron, que el yeso por sí solo no cumple el valor establecido en la norma, obteniendo 1.80 N/mm^2 por debajo de lo estipulado.
- Las muestras M1 con dosificación 80/20 cumplen con la norma superando $\geq 2.0\text{ N/mm}^2$, pero las demás no muestran resultados satisfactorios por la baja confiabilidad de resistencia a compresión: (M2: 1.66N/mm^2 , M3: 1.55N/mm^2) para el bagazo; de M3: 1.34N/mm^2 para la cabuya; y de M3 1.38N/mm^2 para la viruta.
- El análisis de las muestras de bagazo, según la norma cumple en la dosificación M1: 2.16 N/mm^2 con su resistencia, pero la disgregación del material no genera una superficie con un buen terminado para el panel. El bajo resultado de las muestras M2 y M3 demuestran que a mayor volumen de la fibra se complica la creación de las probetas y se reduce la cantidad de yeso afectando a la cohesión entre materiales.
- La fibra de cabuya presentó muy buenos resultados en la prueba mostrando una buena adherencia y resistencia a la deformidad manteniendo entrelazado el yeso con la fibra, en la experimentación con muestra M1: $2,36\text{ N/mm}^2$ la fibra de cabuya tuvo buen resultado de adherencia, la fibra se trabajó por capas embebidas de yeso con fibra para crear mayor estabilidad. En la experimentación con la dosificación 60/40 M2: $2,04\text{ N/mm}^2$ al incrementar la fibra, la probeta presentó mayor complejidad, pero manejable para la mezcla, resultando favorable las muestras como una buena alternativa para la elaboración del panel.
- La fibra que presentó mayor resistencia fue la viruta al presentar valores: (M1: 2.48 N/mm^2 , M2: 2.11 N/mm^2). En la experimentación las dosificaciones mantenían acordes cantidades de volumen entre yeso y fibra que permitieron una fácil manipulación y conformación del material resultado de una contextura plástica. La muestra M3: 1.38 N/mm^2 dificultó la experimentación por lo que el aumento de la fibra afectó el acabado de las probetas presentando imperfecciones y no cumplió con la norma.

Tabla 2.6: Resumen gráfico del ensayo a compresión



Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

2.8. Conclusiones derivadas de las pruebas de ensayos mecánicos

Realizadas las pruebas de flexión y compresión, se obtuvieron los resultados resumidos en las figuras No 15 y 16, los cuales indican que:

Las muestras de flexión M2 de cabuya y de viruta fueron de los mejores resultados con resistencia en su dosificación 60/40 (2.08N/mm², 1.50N/mm²) respectivamente comparadas con las muestras de yeso, que alcanzó un valor de 1.22 N/mm², demostrando que, al incluir fibras, ayudan al refuerzo del yeso e incrementan su resistencia a flexión, disminuyendo su peso. En los ensayos de compresión el yeso por sí solo, no cumplió con la norma estipulada, pero combinado con fibras en detalladas dosificaciones tuvieron positivos comportamientos. El bagazo demostró un único resultado aceptable, en la muestra M1 2.16N/mm², pero su estado visual presentó fracturas notables en su estructura. La viruta reflejó ser un material muy resistente y con buenos resultados estéticos en la dosificación 60/40 M2 2.11 N/mm². La cabuya resultó presentar los mejores resultados en las dosificaciones 60/40 M2 2.04 N/mm², tanto por su resistencia como su estado físico.

En conclusión, luego de la ejecución de las pruebas de flexión y compresión, según los resultados de la normativa [UNE 13279-1:2009 \(2009\)](#) sobre yesos para la construcción, se

seleccionó a la fibra de cabuya y de viruta en dosificación 60/40 para la siguiente etapa de la investigación.

2.9. Elaboración de paneles prefabricados de yeso con fibras de cabuya y viruta para prueba de flexión

Para esta etapa de la investigación se ha optado con la norma [UNE 12859:2012 \(2012\)](#) (Paneles de yeso. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo), establece que la medida estándar para los paneles es de 650mm de longitud por una altura 500 mm, con una carga de ruptura variable en función del espesor en mm según la tabla 2.12. Para la presente propuesta de paneles prefabricados según las especificaciones de la tabla deben modificarse proporcionalmente si los valores de longitud, altura y espesor son menores al modelo estándar. Según las dimensiones del equipo (prensa CBR PR-05) del espacio de trabajo se modificó proporcionalmente las medidas del panel, optando con un formato de 200x150x25mm según la tabla 2.12 (carga de ruptura de paneles de yeso tipo A) según la normativa y cálculos matemáticos, deberá cumplir una resistencia a flexión ($\geq 1.08\text{KN}$). Los moldes para los paneles propuestos (1). Se siguió el mismo protocolo para la preparación de las probetas según el numeral 2.7 : con las dosificaciones (véanse tabla 2.14) con el proceso de moldeo para la fabricación de paneles (2), y puestos ha secado con temperatura ambiente durante 7 días para ruptura (3).

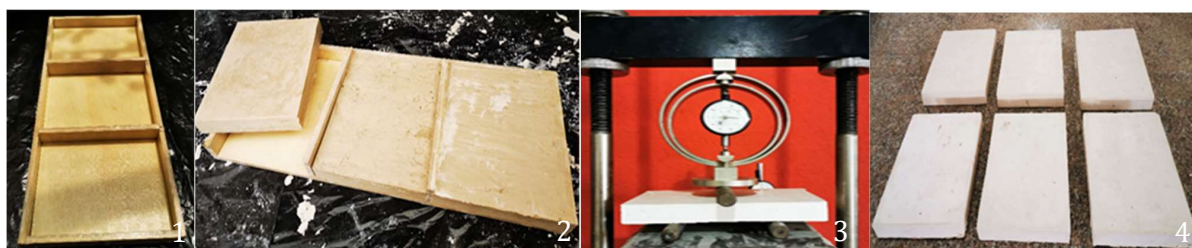
FIGURA 2.8: Carga de ruptura de paneles de yeso tipo A

Carga de ruptura de paneles de yeso tipo A	
Paneles de yeso de longitud igual o mayor a 650mm, y una altura de 500mm.	Carga de ruptura media, mínima a KN
Espesor en mm	
50	1.7
60	1.9
70	2.3
80	2.7
100	4
Panel de yeso propuesto de longitud 200mm de longitud, y una altura de 150mm.	
Espesor en mm	KN
25	1.08

Fuente: extraída de [UNE 12859:2012 \(2012, p. 16\)](#)

Con el objetivo de demostrar la resistencia de los paneles se procedió a realizar el ensayo de laboratorio para la prueba de flexión, con un total de 6 muestras (4): tres de cabuya y tres de viruta. Siguiendo los requerimientos de la normativa se colocaron los apoyos mediante dos barras de acero a una distancia de 50mm desde cada extremo de la base y uno en la cara superior, para someter a una carga uniforme en la prensa CBR PR-05, con anillo de carga de pistón de 10.0 kg, hasta llegar al punto de carga máxima de ruptura registrado en kg fuerza.

FIGURA 2.9: Proceso de ensayo de flexión



- (1) Molde utilizado para obtener los paneles, (2) Proceso y desmolde de paneles, (3) Aplicación de carga, (4) Secado.

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

A continuación, se presentan las tablas que sintetizan los resultados obtenidos en la prueba de flexión por los paneles prefabricados de yeso con cabuya y yeso con viruta.

Tabla 2.7: RESULTADO FINAL ENSAYO FLEXIÓN PANEL YESO - CABUYA, YESO - VIRUTA.

YESO + CABUYA	MUESTRA 200X150X25mm	60%		40%		PESO	N	KN	
		YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA				
	M1	(g- %)	(g- %)	(g- %)	(g- %)	(g)			
	1	523.8 - 59.27	360 - 40.73	70 - 26.32	169 - 73.68	649.5	2134	2.18	
	2	523.8 - 59.27	360 - 40.73	70 - 26.32	169 - 73.68	652.5	2226		
	3	523.8 - 59.27	360 - 40.73	70 - 26.32	169 - 73.68	688.5	2177		
	PROMEDIO							2179 N	
YESO + VIRUTA	MUESTRA 200X150X25mm	60%		40%		PESO	F	KN	
		YESO 60%	AGUA 40%	FIBRA	AGUA				
	M1	(g- %)	(g- %)	(g- %)	(g- %)	(g)			
	1	502.84 - 59.18	345.6 - 40.80	29 - 23.81	92.8 - 76.19	746.5	939	1.09	
	2	502.84 - 59.18	345.6 - 40.80	29 - 23.81	92.8 - 76.19	774.5	1309		
	3	502.84 - 59.18	345.6 - 40.80	29 - 23.81	92.8 - 76.19	734.5	1007		
	PROMEDIO							1085 N	

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

Las tres muestras de yeso con cabuya y tres de yeso con viruta cumplieron los requerimientos de la norma (UNE 12859:2012, 2012). Los resultados de las diferentes pruebas

demonstraron que la resistencia del yeso será menor comparado con la adición de fibras vegetales recicladas del bagazo, cabuya y viruta; resultados de los ensayos en las tablas 2.3 y 2.5.

Las fibras de yeso con cabuya y viruta presentaron buenas características de adherencia, sin embargo, cabe denotar que la cabuya fue la única que presentó poco daño en su estructura, manteniendo un buen terminado mucho más compacto; lo que no ocurrió con la viruta, la cual al llegar a su carga máxima se fracturó dividiendo el panel sin garantizar la vida útil del material. Los resultados obtenidos de los paneles de yeso con cabuya en las pruebas mantienen un promedio de 2,18 KN, mientras que la viruta presentó una resistencia de 1.09KN. La adherencia, resistencia a la deformidad, y su bajo peso, son argumentos que permiten considerar en la investigación que el material de yeso tiene un mejor comportamiento con la fibra de cabuya para la elaboración de paneles en el campo de la construcción.

2.10. Ensayo térmico de panel de yeso con cabuya comparando con panel de yeso

La necesidad de acondicionar los espacios de la vivienda por medio de la disminución del consumo energético, a través de materiales que mejoren el confort de una vivienda; la investigación desarrolla un análisis que permita cuantificar el comportamiento del material dentro de un espacio.

El ensayo plantea evaluar el comportamiento térmico del panel de yeso (p1) comparado con el yeso y fibra de cabuya (p2); los resultados permitirán medir la capacidad de almacenamiento que tiene el material, considerando sus condiciones ambientales (temperatura, humedad, viento), en intervalos de temperatura entre 10° a 17 °C, una salida del sol 6h22 am y el crepúsculo a las 18h33 pm, vientos de 3.8 a 9.4 km/h, precipitaciones del 53 % y con humedad entre 50 a 65 %.

Para la prueba se acondicionó un espacio cerrado, elaborando 2 escenarios mediante cubos de 6 paredes de madera (aglomerado), con arista de 600x600x10mm de espesor unidas con clavos de $\frac{1}{2}$ " pulgada y silicón para hermetizar las juntas del espacio. Se sujetó las placas de la muestra de 600x600x25mm de espesor a la cara superior con tornillos de 1" pulgada (1). Con el equipo Multilogger thermometer (TMD – 56) (2) se colocó dos puntos de contacto, en la superficie de la placa y en la cara superior de la caja, el cual registra los cambios de temperatura de la superficie externa e interna (3), que se registran mediante un software para su interpretación.

El experimento se realizó en un espacio abierto a intemperie para simular las condiciones variantes del clima de la ciudad de Cuenca, comenzando a las 9h28 am del día 22 hasta 9h28 am del 23 de febrero, 2020 con variaciones de temperatura ambiente.

Tabla 2.8: Formulas para interpretación de datos de ensayo térmico.

Fórmulas	Constantes	Variables
$U=1/Rsi(T.si - T.i)/(T.e - T.i)$ $\text{Conductividad}=\frac{\text{espesor}}{\left(\frac{1}{U}\right)-0,27}$	<p>Conductividad del yeso: 0.15</p> <p>Rsi= 0,07 m².K/W</p>	<p>U: Transmisión térmica T.e: Temperatura exterior. T.si: Temperatura interior del cubo. T.se: Temperatura tapa interior. T.i: Temperatura tapa exterior.</p>

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020).

FIGURA 2.10: Proceso de ensayo térmico.



Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

Los resultados se expresan conforme lo indica la norma ecuatoriana para la eficiencia energética en la construcción [NEC-11 \(2011\)](#) por el coeficiente de transferencia (U) sea menor a 0.29 W/mK °C, donde los paneles utilizados con el fin de comparar el comportamiento del yeso por si solo y el uso de la fibra de cabuya con el yeso, demostraron que el valor del ensayo p1 obtuvo 0.148 W/mK °C, a relación al p2 con fibra de 0.110 W/mK °C, estableciendo que entre menor sea el valor de transferencia es más adecuado para garantizar un mejor confort; en los resultados se puede observar que la cabuya con el yeso tiene mejores resultados de conductividad térmica para acondicionar el interior de la vivienda.

Propuesta de elaboración de prototipo de panel prefabricado

3.1. Diseño y elaboración panel prefabricado

De acuerdo al diseño propuesto de panel de yeso con cabuya para su uso dentro del espacio, se elabora el proceso constructivo y sistema de anclaje en obra, siguiendo las recomendaciones bibliográficas, entrevistas y catálogos, para garantizar una correcta aplicación en obra.

Según la (tabla 1.9) entrevistas realizadas en tres negocios de la localidad, las medidas del panel se acoplarán al formato estándar de comercialización de los fabricantes, se establecerá con dimensiones de 600 x 600mm con un espesor de 15mm para paneles de cielo raso (1) y de 600 x 600mm con espesor de 25mm para paredes para mayor resistencia. Se utiliza un encofrado (molde) de madera plywood con recubrimiento plástico con las medidas específicas del mismo (2) se elabora por medio de dos capas de mezcla de yeso más cabuya que permitirá mayor adherencia y resistencia al panel con un acabado liso para desmolde a los 45 min con secado de tres a cinco días según las condiciones del ambiente.

FIGURA 3.1: Panel prefabricado de yeso – cabuya



(1) Panel prefabricado, (2) Molde de panel.

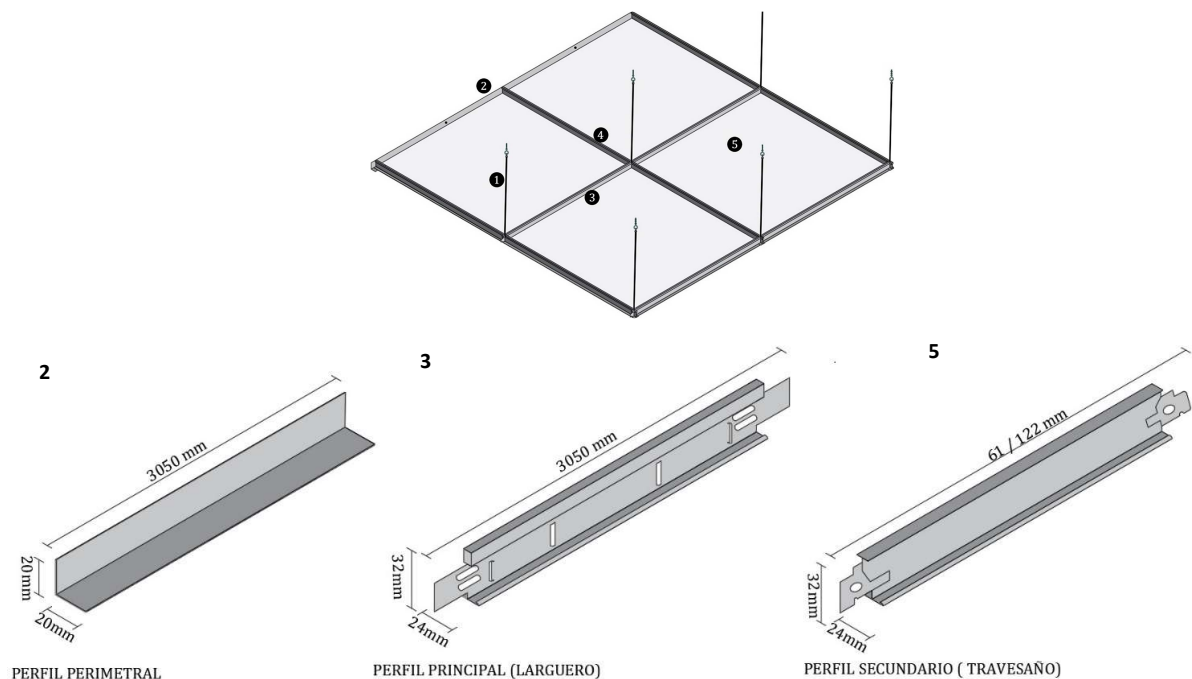
Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020).

3.2. Sistema de anclaje

3.2.1. Cielo raso

Cielo raso desmontable: El sistema constructivo a implementarse será de tipo construcción en seco (drywall), mediante elementos prefabricados el material se soporta por medio de una estructura metálica cuadrículada suspendida con alambre galvanizado N° 12 (1) y tornillos tipo gancho de 1" para fijación a la losa. Los perfiles se dividen en perfil perimetral en forma de L de 20 x 20 mm que permiten brindar soporte y nivel a los perfiles anclados cada 45cm con clavos o tornillos de 1" sujetos a las paredes perimetrales (2); el perfil principal T (larguero) de 24 x 32 mm cada 0.61m de separación se encuentra tensado con el alambre galvanizado a la losa (3); perfil secundario T (travesaño) de 24 x 32 mm cada 61cm unido por pestañas al perfil principal (4) y se coloca los paneles de yeso(5).

FIGURA 3.2: Armado de estructura de cielo raso desmontable y perfiles



Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020).

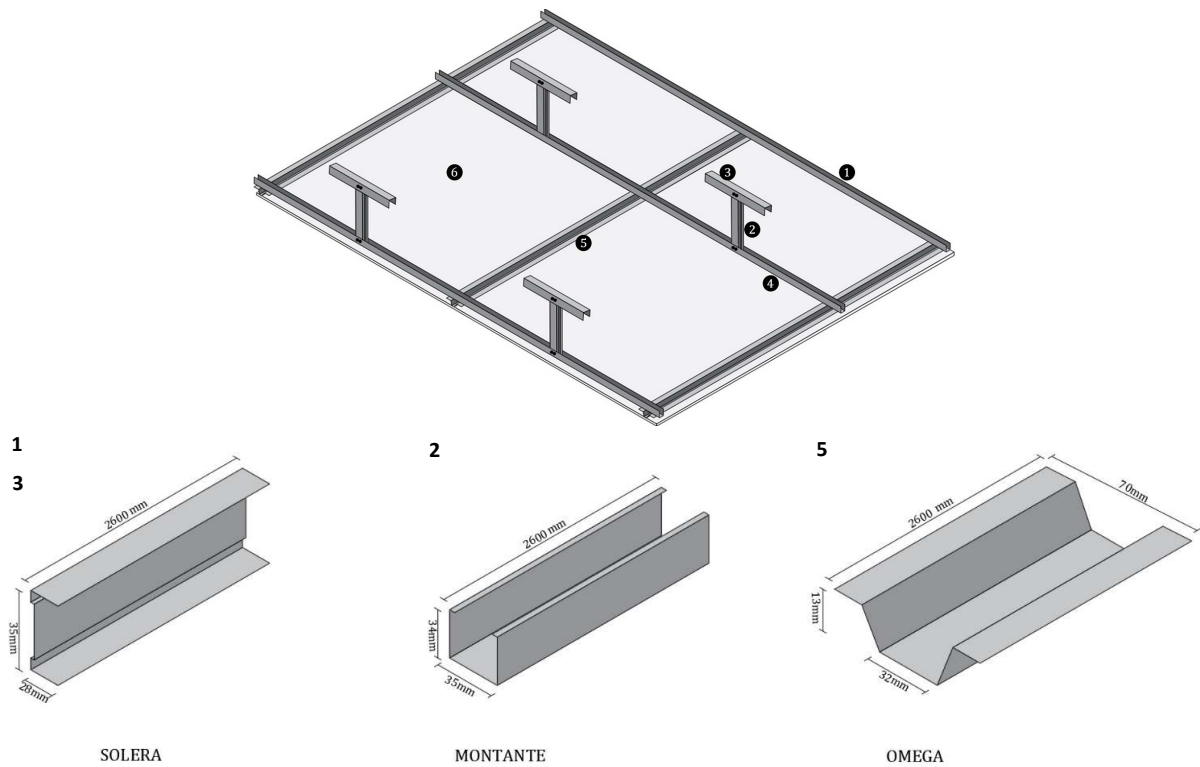
FIGURA 3.3: Armado de estructura de cielo raso desmontable.



Fuente: durlockcolocacion.com/colocacion-durlock-cielorraso-desmontable.html#prettyPhoto

Cielo raso junta tomada: los paneles prefabricados se soporta por medio de una estructura metálica sujeta a la losa mediante perfiles autoportantes; se replantea el cielo raso definiendo la altura para colocación de perfiles perimetrales tipo U (solera) de 35 x 28 mm fijada con tarugos de expansión de nylon N°8 y tornillos de 1" a una separación de 60cm para fijación a los muros perimetrales opuestos que servirán de apoyo a los omegas (1); se arma velas rígidas compuestas por una sección de perfil vertical tipo C (montante) de 34 x 35mm (2) y un perfil U (solera) de 35 x 28mm en horizontal, formando una T fijado con tornillos 3/8 punta de aguja y con sujeción a la losa con tacos de nylon N°8 y tornillos de 1" a una distancia de 15cm de la pared y de 1m entre ellas (3); el armado de las vigas maestras se compone con una separación de 1.20m y se coloca perfiles de tipo U (solera), unidas a las velas maestras por tornillos de 3/8 punta de aguja (4); y se colocan los perfiles omega de 70x 32 x 13mm cada 60cm de separación (5) al cual se fijan los paneles (6) sujetos con tornillos de 1 1/2" punta de aguja.

FIGURA 3.4: Armado de estructura de cielo raso con paneles fijos.



Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020).

FIGURA 3.5: Armado de estructura de cielo raso fija.



Fuente: durlockcolocacion.com/colocacion-durlock-cielorraso-desmontable.html#prettyPhoto

3.2.2. Paredes

Construcción en seco de paredes: Se implementará el sistema construcción en seco mediante una estructura de perfiles de acero galvanizado a la cual se fijan los paneles. El perfil de tipo Track (riel o solera) en forma U de 70 x 28mm con dimensiones 2.60m, se colocan en posición horizontal para sujeción a piso con tarugos de expansión de nylon N°8 y tornillos de 1 1/2" cada 60cm (1); se instala perfiles de tipo Stud (parante o montante) de forma C de 69 x 35mm por 2.60m, y se colocan de manera vertical cada 40 a 60cm (2) sobre los que se fijan tornillos autopercutoros 3/8" a los rieles; finalmente se coloca las placas de yeso con tornillos de 1 1/2" (3).

FIGURA 3.6: Panel prefabricado de yeso – cabuya



(1) Estructura para paredes, construcción en seco (2) Composición de perfiles para estructura.

Fuente: Elaborado por Ordoñez C., (2020)

3.3. Acabados de panel de yeso con fibra natural

El aspecto del ambiente de una vivienda para lograr la comodidad, puede depender de varios elementos como: diseño del entorno, colores, decoración entre otros. El acabado que se le puede dar al espacio enfocándose como es el caso de una pared o un cielo raso, pueda caracterizar áreas más sutiles y elegantes.

Las nuevas tecnologías van permitiendo que los materiales mejoren y generen nuevas propuestas innovadoras, vanguardistas y versátiles como es el caso de los paneles 3d, que son elementos de formato variado, caracterizado por el acabado de su cara vista con gran variedad de texturas, creando efectos volumétricos que se integran al ambiente.

Se propone como alternativa de acabado del panel de yeso con fibra, el tratamiento de la cara vista para generar una textura mediante la elaboración de un encofrado compuesto por resina de poliuretano en un molde de caucho flexible de 4 cm de espesor el cual es reutilizable a comparación del plástico que tienen un periodo de vida útil limitado.

La mezcla de yeso con fibra se deja secar por un periodo de 45min para su desmolde y se obtiene como resultado un panel texturizado 3d para su aplicación en obra; cabe mencionar que el material puede adquirir diferentes tipos de terminado con una variedad de soluciones de coloración con pintura de látex, agua o a base de aceite para darle un mejor acabado.

FIGURA 3.7: Panel prefabricado de yeso – cabuya



- (1) Molde utilizado para obtener los paneles, (2) Desmolde de paneles, (3) Tipos de terminados para pared, (4) Tipos de terminados para cielo raso.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020).

FIGURA 3.8: Recubrimiento cielo raso con paneles 3d.



Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

FIGURA 3.9: Recubrimiento de paredes con paneles 3d.

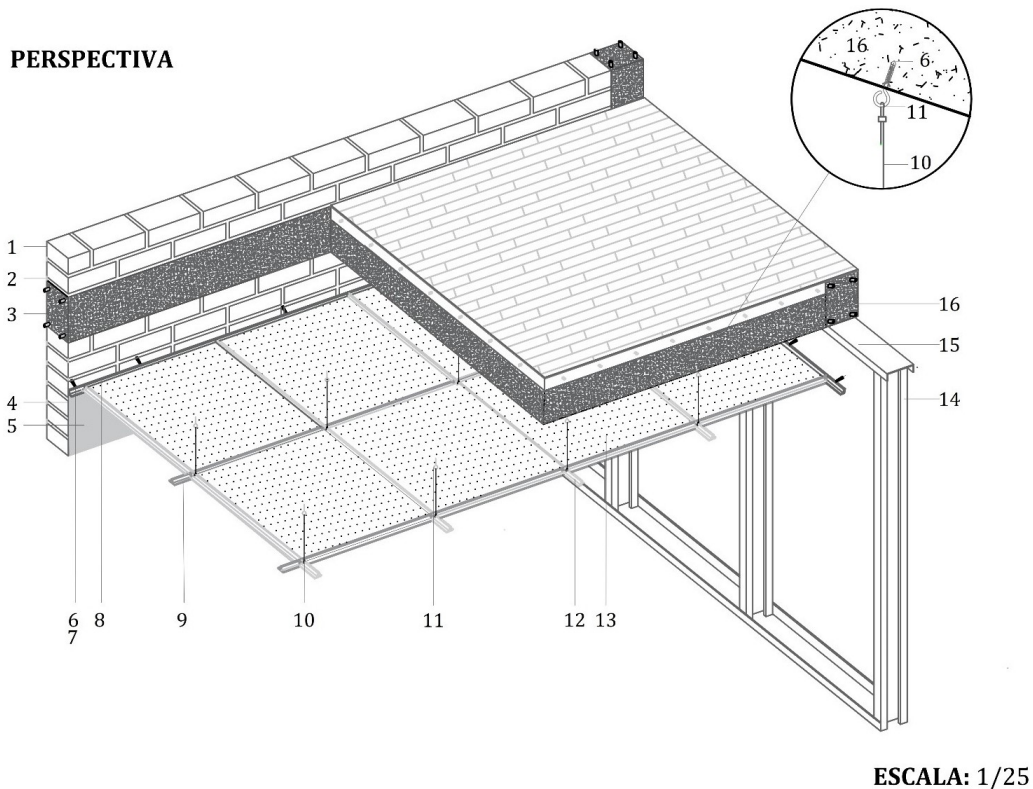


Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

3.4. Detalles constructivos

FIGURA 3.10: Detalle constructivo 1

DETALLES CONSTRUCTIVOS SISTEMA DE ANCLAJE DE PANELES PARA CIELO RASO SISTEMA DESMONTABLE



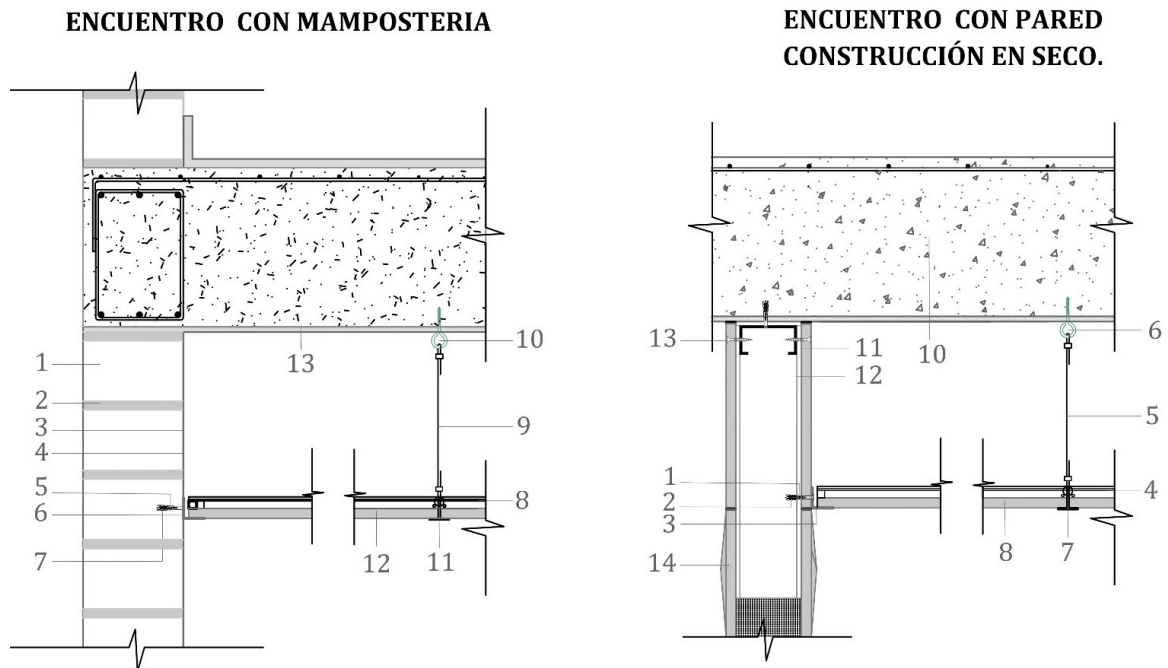
LISTA DE MATERIALES.

1. Mampostería de ladrillo de 24 x 12 x 7 cm.
2. Junta de mortero de 1.5 cm.
3. Viga de entepiso de hormigón armado.
4. Enlucido de yeso.
5. Recubrimiento de pintura.
6. Tarugos de expansión nylon No-8.
7. Tornillos de fijación de 3/4" cada 45cm.
8. Perfil perimetral tipo L de 24 x 32mm x 3.05m, anclado con tornillos 3/4 cada 45cm.
9. Perfil principal tipo T (larguero) de 24 x 38mm x 3.05m cada 1.22m.
10. Alambre galvanizado No 12.
11. Tornillo tipo gancho de 1".
12. Perfil secundario tipo T (travesaño) de 24 x 32mm cada 61cm anclado a perfil primario.
13. Placa de yeso con fibra de 60 x 60cm de 15mm de espesor.
14. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40cm.
15. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28mm x 2.60m.
16. Losa de hormigón de 20cm de peralte.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

FIGURA 3.11: Detalle constructivo 2

**DETALLES CONSTRUCTIVOS SISTEMA DE ANCLAJE DE PANELES PARA CIELO RASO
SISTEMA DESMONTABLE**



ESCALA: 1/7.5

LISTA DE MATERIALES.

1. Mampostería de ladrillo de 24 x 12 x 7 cm.
2. Junta de mortero de 1.5 cm.
3. Enlucido de yeso.
4. Recubrimiento de pintura.
5. Tarugos de expansión nylon No-8.
6. Tornillos de fijación de 3/4" cada 45cm.
7. Perfil perimetral tipo L de 24 x 32mm x 3.05m anclado con tornillos 3/4 cada 45cm.
8. Perfil principal tipo T (larguero) de 24 x 38mm x 3.05m cada 1.22m.
9. Alambre galvanizado No 12.
10. Tornillo tipo gancho de 1".
11. Perfil secundario tipo T (travesaño) de 24 x 32 x 0.61mm cada 61cm, anclado a perfil primario.
12. Placa de yeso con fibra de 60 x 60cm de 15mm de espesor.
13. Losa de hormigón de 20cm de peralte.
14. Viga de entrepiso de hormigón armado.

LISTA DE MATERIALES.

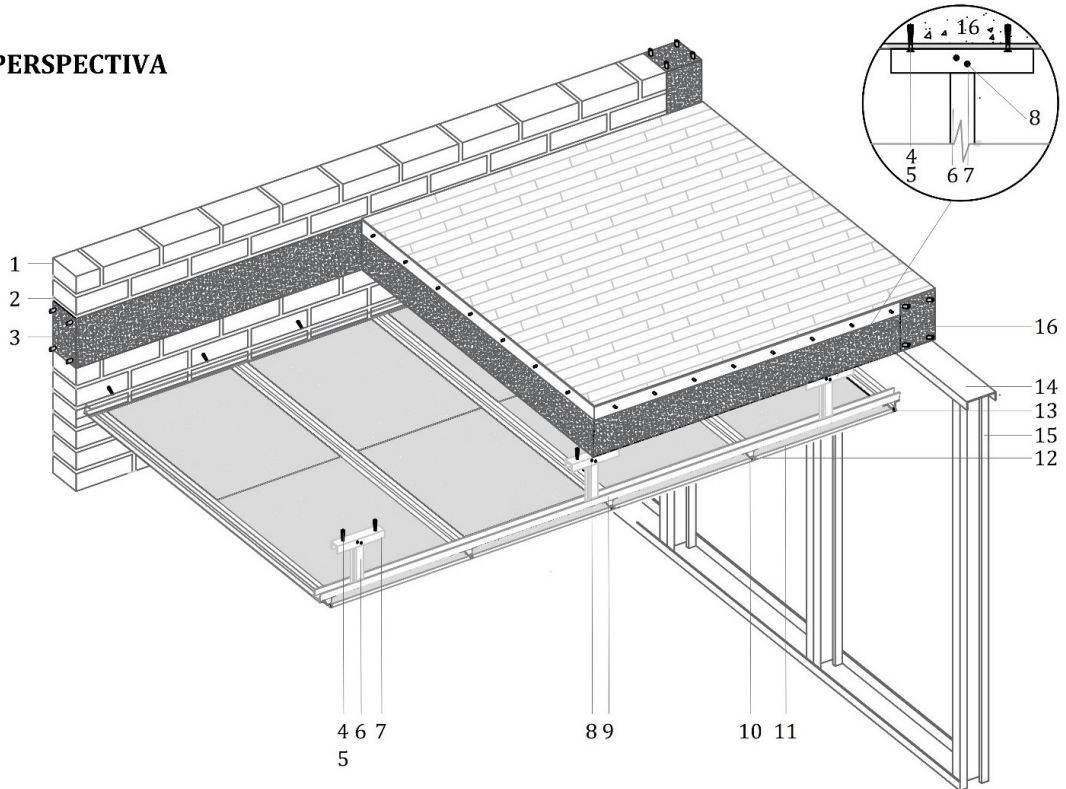
1. Tarugos de expansión nylon No-8.
2. Tornillos de fijación de 3/4" cada 45cm.
3. Perfil perimetral tipo L de 24 x 32mm x 3.05m anclado con tornillos 3/4 cada 45cm.
4. Perfil principal tipo T (larguero) de 24 x 38mm x 3.05m cada 1.22m.
5. Alambre galvanizado No 12.
6. Tornillo tipo gancho de 1".
7. Perfil secundario tipo T (travesaño) de 24 x 32 x 0.61mm cada 61mm anclado a perfil primario.
8. Placa de yeso lisa de 60 x 60cm de 1.5 cm de espesor.
10. Losa de hormigón de 20cm de peralte.
11. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28mm x 2.60m.
12. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40cm.
13. Tornillos de fijación de 3/8" en unión de perfiles.
14. Placa de yeso lisa o texturada de 60 x 60cm de 15mm de espesor.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

FIGURA 3.12: Detalle constructivo 3

**DETALLES CONSTRUCTIVOS SISTEMA DE ANCLAJE DE PANELES PARA CIELO RASO
SISTEMA JUNTA TOMADA.**

PERSPECTIVA



ESCALA: 1/25

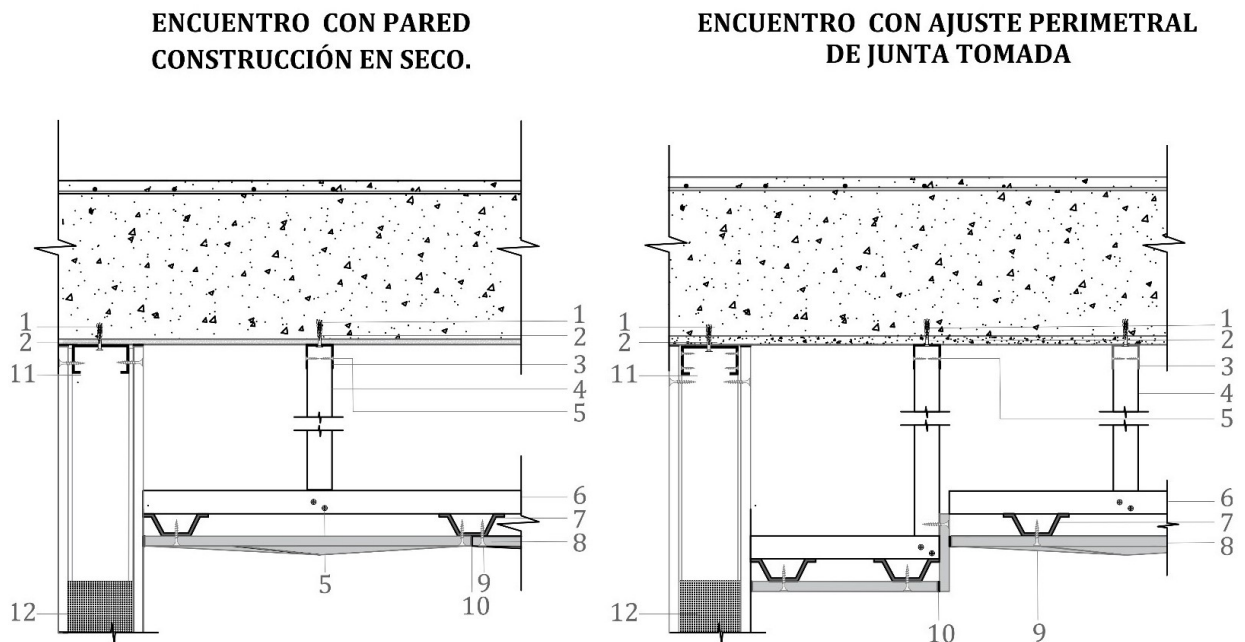
LISTA DE MATERIALES.

1. Mampostería de ladrillo de 24 x 12 x 7 cm.
2. Junta de mortero de 1.5 cm.
3. Viga de entrepiso de hormigón armado.
4. Tarugos de expansión nylon No-8.
5. Tornillos de fijación de 3/4".
6. Velas rígidas: sección de perfil tipo U (solera) de 35 x 28mm, de 20 a 30 cm cada 1m.
7. Velas rígidas: sección de perfil tipo C (montante) de 34 x 35mm, de 20 a 30 cm cada 1m.
8. Tornillo punta aguja de 3/8.
9. Perfil tipo U (solera) de 35 x 28mm x 2.60m cada 1.20m..
10. Perfil omega de 70 x 32 x 13mm x 2.60m cada 60cm.
11. Placa de yeso lisa o texturada de 60 x 60cm de 15mm de espesor.
12. Tornillos de fijación de 1-1/2".
13. Tratamiento de junta con masilla de yeso.
14. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28mm x 2.60m.
15. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40cm.
16. Losa de hormigón de 20cm de peralte.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

FIGURA 3.13: Detalle constructivo 4

DETALLES CONSTRUCTIVOS SISTEMA DE ANCLAJE DE PANELES PARA CIELO RASO SISTEMA JUNTA TOMADA.



ESCALA: 1/7.5

LISTA DE MATERIALES.

1. Tarugos de expansión nylon No-8.
2. Tornillos de fijación de 3/4".
3. Velas rígidas: sección de perfil tipo U (solera) de 35 x 28mm x 2.60m, de 20 a 30 cm cada 1m.
4. Velas rígidas: sección de perfil tipo C (montante) de 34 x 35mm x 2.60m, de 20 a 30 cm cada 1m.
5. Tornillo punta aguja de 3/8.
6. Perfil tipo U (solera) de 35 x 28mm x 2.60m cada 1.20m..
7. Perfil omega de 70 x 32 x 13mm x 2.60m cada 60cm.
8. Placa de yeso lisa o texturada de 60 x 60cm de 15mm de espesor.
9. Tornillos de fijación de 1-1/2".
10. Tratamiento de junta con masilla de yeso.
11. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28 mm x 2.60m.
12. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40 cm.
13. Losa de hormigón de 20cm de peralte.

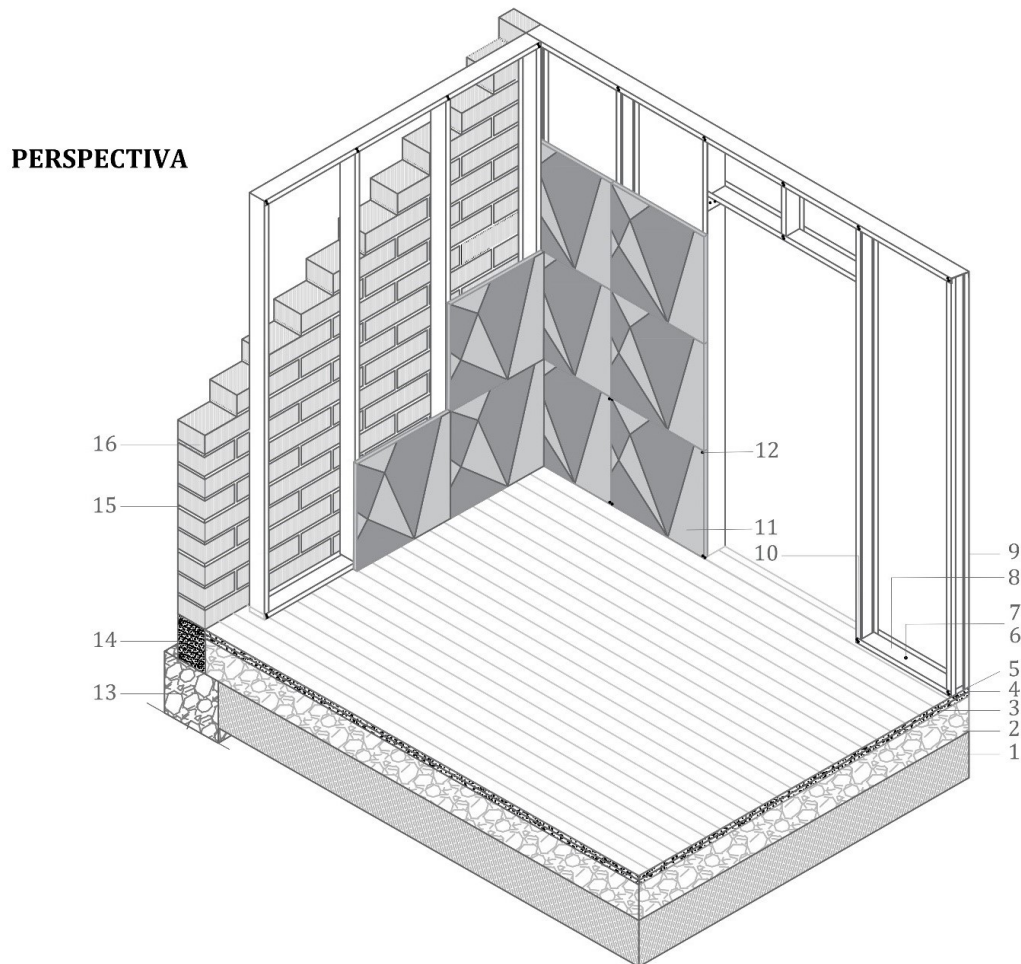
LISTA DE MATERIALES.

1. Tarugos de expansión nylon No-8.
2. Tornillos de fijación de 3/4".
3. Velas rígidas: sección de perfil tipo U (solera) de 35 x 28mm, de 20 a 30 cm cada 1m.
4. Velas rígidas: sección de perfil tipo C (montante) de 34 x 23mm, de 20 a 30 cm cada 1m.
5. Tornillo punta aguja de 3/8.
6. Perfil tipo U (solera) de 35 x 28mm x 2.60m cada 1.20m..
7. Perfil omega de 70 x 32 x 13mm x 2.60m cada 60cm.
8. Placa de yeso lisa o texturada de 60 x 60cm de 1.5mm de espesor.
9. Tornillos de fijación de 1-1/2".
10. Tratamiento de junta con masilla de yeso.
11. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28 mm x 2.60m.
12. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40 cm.
13. Losa de hormigón de 20cm de peralte.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

FIGURA 3.14: Detalle constructivo 5

DETALLES CONSTRUCTIVOS SISTEMA DE ANCLAJE DE PANEL EN PAREDES INTERIORES



ESCALA: 1/50

LISTA DE MATERIALES:

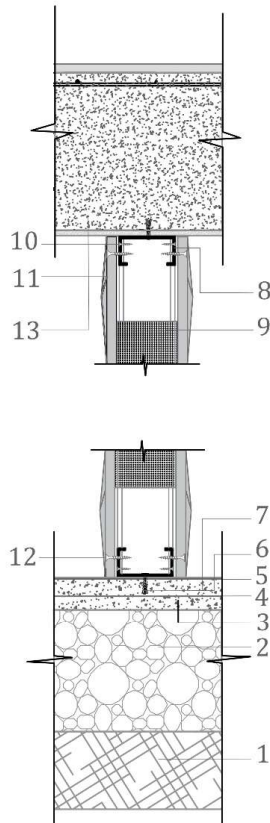
1. Suelo compactado.
2. Replanteo de piedra de 20cm.
3. Chapa de hormigón de 5cm.
4. Malla electrosoldada.
5. Mortero 1:3.
6. Tarugos de expansión nylon No-8.
7. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 60cm.
8. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28mm x 2.60m.
9. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40cm.
10. Tornillos de fijación de 3/8" en unión de perfiles.
11. Placa de yeso lisa o texturada de 60 x 60cm, espesor 25mm.
12. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 25 a 30cm.
13. Cimiento ciclópeo de 60 x 40cm.
14. Cadena de amarre de 20 x 20cm.
15. Mampostería de ladrillo de 24 x 12 x 7 cm.
16. Junta de mortero de 1.5 cm.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

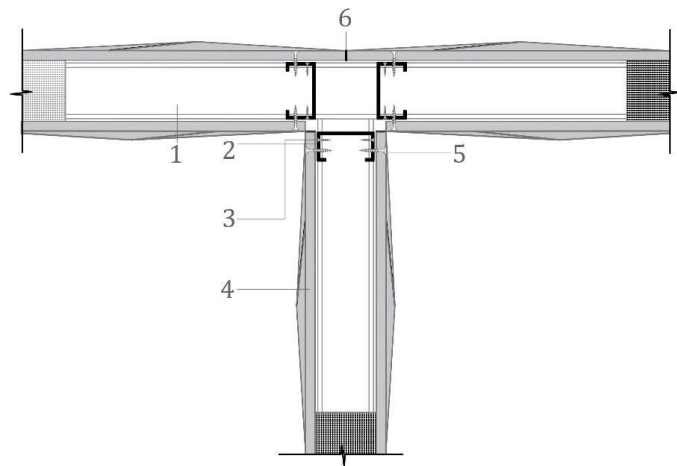
FIGURA 3.15: Detalle constructivo 6

DETALLES CONSTRUCTIVOS SISTEMA DE ANCLAJE DE PANEL EN PAREDES PARA INTERIORES

ENCUENTRO CON LOSA DE PISO Y ENTREPISO



ENCUENTRO DE PAREDES EN ANGULO



ESCALA: 1/7.5

LISTA DE MATERIALES.

1. Suelo compactado.
2. Replanteo de piedra de 20cm.
3. Chapa de hormigón de 5cm.
4. Malla electrosoldada.
5. Mortero 1:3.
6. Tarugos de expansión nylon No-8.
7. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 60cm.
8. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28 mm x 2.60m.
9. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40 cm.
10. Tornillos de fijación de 3/8" en unión de perfiles.
11. Placa de yeso lisa o texturada de 60 x 60cm, espesor 25mm.
12. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 25 a 30cm.
13. Losa de entrepiso de 20cm de peralte.

LISTA DE MATERIALES.

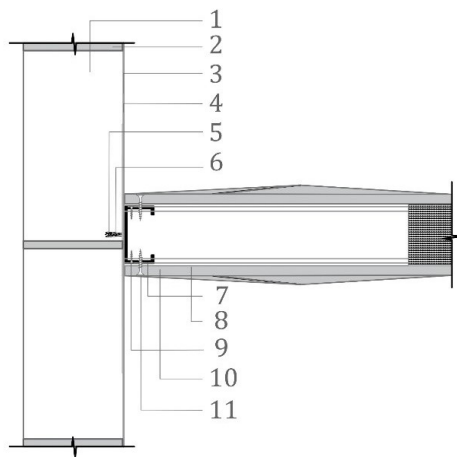
1. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28 mm por 2.60m.
2. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40cm.
3. Tornillos de fijación de 3/8" en unión de perfiles.
4. Placa de yeso con fibra de 60 x 60cm, espesor 2.5cm.
5. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 25 a 30cm.
6. Tratamiento de junta con masilla de yeso.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

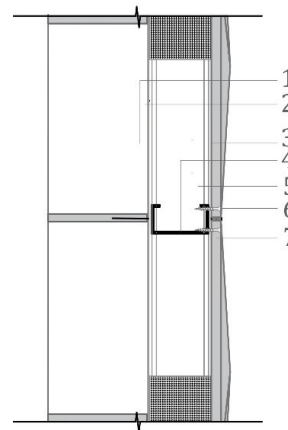
FIGURA 3.16: Detalle constructivo 7

DETALLES CONSTRUCTIVOS SISTEMA DE ANCLAJE DE PANEL EN PAREDES PARA INTERIORES

**ENCUENTRO DE PANELES
CON MAMPOSTERIA.**



**SUJECIÓN DE PANELES A MAMPOSTERÍA
CON ESTRUCTURA**



ESCALA: 1/7.5

LISTA DE MATERIALES.

1. Mampostería de ladrillo de 24 x 12 x 7 cm.
2. Junta de mortero de 1.5 cm.
3. Enlucido de yeso.
4. Recubrimiento de pintura.
5. Tarugos de expansión nylon No-8.
6. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 60cm.
7. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28mm x 2.60m.
8. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40cm.
9. Tornillos de fijación de 3/8" en unión de perfiles.
10. Placa de yeso con fibra de 60 x 60cm, espesor 25mm.
11. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 25 a 30cm.

LISTA DE MATERIALES.

1. Mampostería de ladrillo de 24 x 12 x 7 cm.
2. Junta de mortero de 1.5cm.
3. Perfil riel o solera de acero galvanizado de 70 x 28mm x 2.60m.
4. Perfil montante de acero galvanizado de 69 x 35mm x 2.60m cada 40cm.
5. Placa de yeso con fibra de 60 x 60cm, espesor 25mm.
6. Tornillos de fijación de 1-1/2" cada 25 a 30cm.
7. Tratamiento de junta con masilla de yeso.

Fuente: Elaborado por Ordóñez C., (2020)

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El aporte fundamental de este trabajo frente a los antecedentes estudiados estriba en la consecución de la materia prima a partir de desechos industriales-artesanales y en la dosificación de los materiales y componentes (yeso-agua-fibra). La materia prima se lo puede conseguir con facilidad por la existencia de grandes depósitos de yeso y las fibras que son accesibles en la zona. Efectivamente, las fibras naturales elegidas cumplen con la función de compactar, reforzar y estabilizar los paneles, lo que garantiza un mejor comportamiento del elemento frente a los esfuerzos que se someten en el uso en las construcciones en el acabado de ambientes que den confort al habitante.

En base a los resultados esperados en la investigación de paneles de yeso con fibras naturales, los resultados obtenidos cumplen con las especificaciones técnicas requeridas por las normas españolas UNE - EN 12859 paneles de yeso (2012).

El uso de cabuya como fibra natural dentro del compuesto empleado para la fabricación de paneles prefabricados de yeso, permite mejorar el comportamiento del material garantizando su durabilidad de forma ecológica.

La experimentación en primera etapa, el yeso como material combinado con las diferentes fibras, en la prueba de flexión, diferentes dosificaciones cumplieron con la norma, evidenciando un margen de resultado entre ellas (bagazo: 1.26 a 1.44 N/mm², cabuya: 1.64 a 2.08 N/mm², viruta: 0.90 a 1.50 N/mm²), comparada al yeso como elemento único 1.22 N/mm².

En la prueba de compresión los valores no fueron los esperados en específicas muestras, sin embargo, se recalca que las dosificaciones de las muestras M1: bagazo (2.16 N/mm²), M2: cabuya (2.04 N/mm²), M3: viruta (2.48 N/mm², 2.11 N/mm²) sucesivamente cumplieron con valores establecidos en la norma.

La fabricación de paneles empleando la relación agua/yeso y yeso/fibra en dosificación M2 (60 %-40 %) de cabuya y viruta fueron las más adecuadas para obtener las características físicas y mecánicas idóneas con valores de 2.18 N/mm² y 1.09 N/mm². De acuerdo con la norma UNE-EN 12859 para la fabricación de un panel de medidas estándar 60x60x15mm para paneles desmontables para cielo raso y de 60x60x25mm en paredes para su comercialización.

El coeficiente de transmisión térmica obtuvo valores satisfactorios con un comportamiento de $0.148 \text{ w/m}^2\text{°C}$ para el yeso, a lo cual comparado con el panel de yeso con cabuya obtuvo mejores resultados con $0.11 \text{ w/m}^2\text{°C}$, demostrando que la fibra mejora las características térmicas del material.

La elaboración de paneles prefabricados de yeso con cabuya se convierte en una alternativa eco sostenible para la construcción de acabados, al evitar utilizar láminas de PVC o materiales tóxicos, a la vez contribuyendo a potenciar la identidad y uso de materiales locales con fibras provenientes de la naturaleza.

Esta alternativa de construcción sostenible, desde la fase de extracción y producción ayuda a minimizar el impacto de recursos y garantizar el equilibrio del medio ambiente, en comparación de aquellos materiales que demandan un alto porcentaje de energía incorporada y son causantes de generar CO₂ en su fase de fabricación.

Al emplear en la industria de la construcción paneles de yeso con fibras recicladas, los proyectos arquitectónicos adquieren un carácter ecológico, mediante la reutilización de materia prima que otras industrias las desechan para generar nuevos usos y disminuir la generación por desechos sólidos.

Promueva la alternativa de generar nuevas fuentes de empleo locales, mediante la transformación social y el alcance de un desarrollo sostenible.

El panel presenta una amplitud de alternativas estéticas-decorativas, ofreciendo texturas lisas o tridimensionales para los acabados, adaptandolas a su gusto o necesidad

Los sistemas constructivos basados en elementos prefabricados son muy versátiles por la forma de construir espacios de una manera limpia y rápido acorde a los buenos rendimientos en tiempo de instalación en obra.

En comparación con la construcción tradicional se ha podido determinar, que el costo de fabricación del panel propuesto, es superior a los productos prefabricados con características similares que se encuentran en el mercado. Pero la particularidad que dispone la propuesta de un nuevo tipo de panel es que: son amigables con el medio ambiente, ya que su composición es a base de materiales naturales como alternativa eco-eficiente y la composición de su estructura mejora las propiedades mecánicas del elemento a comparación de los paneles que se comercializan actualmente.

Experimentalmente se elaboraron 2 formatos tipo de 60cm x 60cm, con un espesor de 1.5 y 2.5cm sucesivamente, los cuales fueron fabricados con compuestos de yeso y fibra de cabuya, cuyo costo final de fabricación fue de \$2.04 y \$2.69 respectivamente, estos paneles ecológicos comparados a los paneles comerciales, que están compuestos de yeso, carrizo, cabuya y cemento; oscilan en un valor de comercialización entre \$1.50 a \$1.80.

El costo puede ser superior al panel tradicional, pero las características del panel ecológico lo hacen una alternativa favorable, presentando un mejor comportamiento mecánico, durabilidad y disposición del material al final de su vida útil.

Recomendaciones

Se sugiere profundizar la dimensión de la experimentación que emplee fibras provenientes de desechos en el austro ecuatoriano por las diferentes industrias y artesanías; de esta manera se accederá a información relevante sobre materiales con composición orgánica.

Estudiar la posibilidad de industrializar la producción de paneles prefabricados de yeso con fibras naturales para abaratar el costo en elementos de revestimiento, teniendo en consideración el tiempo desde las distintas fases de producción.

La presente investigación impulsa dentro del ámbito constructivo sostenible, a futuras investigaciones en el campo de la arquitectura, en la búsqueda de alternativas que manejen materiales amigables al medio ambiente. Aspirando generar normativas que regularice la producción y el uso de materiales eco-sustentables como aporte fundamental al desarrollo sostenible.

Referencias

- Acosta-Solís, M. (1961). Los bosques del Ecuador y sus productos.
- Anaya, J., y Chaoca, R. (2009). Apoyo didáctico en la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de “materiales de construcción”. *Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia*.
- Araujo Cruz, J. E. (2017). *Diseño arquitectónico de viviendas progresivas de interés social para el barrio “mengis bajo”, en la ciudad de Loja* (B.S. thesis). QUITO/UIDE/2017.
- Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación. introducción a la metodología científica. 5ta. Edición. *Editorial Episteme. Caracas, Venezuela*.
- ASTM C109 / C109M-02. (2002). Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulicos (utilizando muestras de cubo de 2 pulg. Descargado de <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?C109C109M-20a>
- ASTM C348. (2002). Método de prueba estándar para resistencia a la flexión de los morteros de cemento hidráulico. Descargado de <https://www.astm.org/Standards/C348.htm>
- ATEDY. (2012). Empresarial del yeso ejecución de revestimientos con yeso. 2008 disponible en: <http://www.atedy.es/buscarpub.asp>. *Acesso em, 17*.
- Avellán Cornejo, V. E. (2010). Diseño de componentes constructivos con ecomateriales para edificaciones de la costa ecuatoriana.
- Begliardo, H., Panigatti, D. y Cecilia, M. (2015). *Reutilización y valorización del yeso residual de construcciones* (Tesis Doctoral no publicada). Tesis, Universidad Tecnológica Nacional, Ing. Civil, Santa Fe, Argentina
- Blumenschein, R. N. (2004). A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção. *Brasília: Tese de Doutorado*.
- Cabello-Eras, J. J. (2016). Acercamiento a la producción más limpia como estrategia de gestión ambiental. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 1(1), 4–7.
- Caldas, A. (2002). Estudio da durabilidade de compósitos reforçados com fibras de celulose. *Título de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil*.
- Cevallos Orbe, M. A. (2011). *Elaboración de paneles ligeros a base de bagazo de caña de azúcar aglomerado con cemento pórtland*. (Tesis de Master no publicada).
- Chandramohan, D., y Marimuthu, K. (2011). A review on natural fibers. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, 8(2), 194–206.
- Checa, C., y Jurado, F. (2002). *Mejoramiento de la calidad de la fibra de cabuya y su aplicación* (Tesis Doctoral no publicada). Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniería textil, Universidad
- Cornejo, P. (2016). Depósitos minerales no metálicos del Ecuador. *Escuela Politécnica Nacional, Quito*.
- Crangle. (2013). Yesos aligerados fabricados a partir de residuos de espumas de poliuretano y polvo de poliamida.
- Cuenca Abellán, B. (2017). La reforma de los almohades: religión, arte y propaganda.

- Ecuador forestal. (s.f.). Ficha técnica pinus radiata. Descargado de <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/>
- Fernández González, A. (1993). Evolución del mundo tecnológico de los tableros de madera. En *I congreso forestal español. congresos forestales: ponencias y comunicaciones* (Vol. 4, pp. 273–282).
- Llauradó Pérez, N. (2011). *Vaciados de escayola y corridos de terraja en obras de restauración*. (Tesis Doctoral no publicada). Arquitectura.Tecnica.
- López Sánchez, Á., y cols. (2004). *Influencia del proceso de reciclado sobre las propiedades de los materiales compuestos obtenidos por inyección de poliestireno reforzado con fibras lignocelulósicas*. Universitat de Girona.
- Machado Vallejo, I. E. (2018). *Prototipo de tablero en base de mezcla de viruta de la madera, yeso y plástico pet reciclado para viviendas de interés social* (B.S. thesis). Guayaquil: ULVR, 2018.
- Merritt Frederick, S. (1992). Manual del ingeniero civil (volumen1); editorial mcgraw-hill; méxico, méxico. *Materiales de construcción/Factores que afectan la resistencia del concreto*, Pág, 510–513.
- Minga Ochoa, D., y Verdugo Navas, A. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de cuenca*. Universidad del Azuay.
- Mora, P., Mora, L. y Philippot, P. (1984). *The conservation of wall paintings*.
- Muñoz, P. (2015). *Arquitectura popular: En azuay y cañar 1977-1978*. Universidad de Cuenca-Centro de Artesanías y Artes populares.
- Muñoz Muñoz, D. R., y Narváez Pupiales, J. I. (2019). *Construcción sostenible a partir de paneles prefabricados utilizando yeso y celulosa reciclada* (B.S. thesis). Quito: UCE.
- NEC-11. (2011).
Descargado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>
- Olson, D. W. (2003). Gemstones. *US Geological Survey Minerals Yearbook* (<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/gemstones/gemstmyb03.pdf>) and based on US representing, 60.
- Rodríguez, I. (2006). Caracterización química de fibras de plantas herbáceas utilizadas para la fabricación de pastas de papel de alta calidad. *Memoria previa a la obtención del título de doctor en ciencias Químicas, Universidad de Sevilla, Sevilla, España*.
- Rodríguez Sepúlveda, L. J., y cols. (2014). *Elaboración de un material biocompuesto a partir de la fibra de plátano* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales.
- Romauldi, J., y Batson, G. (1963). Behaviour of reinforced concrete beams with closely spaced reinforcement. *Jour. ACI*, 60(6), 775–789.
- Rubio, R. (2002). *Yeserías de la alhambra: técnica y conservación* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Granada.
- Rubio, R. (2006). El material de yeso: comportamiento y conservación. *Cuadernos de restauración n.6*. Descargado de <https://alhambra-patronato.es/ria/bitstream/handle/10514/14026/EL%20YESO.pdf?sequence=1>
- Salinas, M. (2018). *Reutilización del bagazo de la caña de azúcar en la elaboración*

- de tableros y su aplicación en paredes, pisos, y cielos falsos* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Católica de Loja.
- Simbaña, A. (2010). Fibras naturales y residuos agroindustriales. fuente sostenible de materia prima. *REVISTA CIENTÍFICA AXIOMA*, 1(6), 15–16.
- Sinchire, D. (2017). *Ecomateriales: Biocompuesto de aglomerantes de cemento, yeso con partículas de celulosa de papel y fibra de abacá* (B.S. thesis).
- Tamayo Duque, N. A. (2012). *Obtención y caracterización de materiales compuestos de matriz poliéster reforzados con fibra de cabuya mediante estratificación* (B.S. thesis). QUITO, 2012.
- Tapia, C., Paredes, C., Simbaña, A. y Bermúdez, J. (2006). Aplicación de las fibras naturales en el desarrollo de materiales compuestos y como biomasa. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 19(1).
- Tinoco Padilla, G. A. (2018). Uso del residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso–lima 2018.
- UNE 12859:2012. (2012).
Descargado de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0049169>
- UNE 13279-1:2009. (2009).
Descargado de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0043416>
- UNEP. (2018). Informe de estado global: hacia un sector de construcción y edificios de emisiones cero, eficiente y resistente. *Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente*. Descargado de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27140/Global_Status_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villanueva, L. (2004). Evolución histórica de la construcción con yeso. *Informes de la Construcción*, 56(493), 5–11.
- Villanueva Domínguez, L. (2005). Las tres edades de la construcción. *Informes de la Construcción*, 57(498), 41–45.

5

Anexos

Presupuesto

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: PANEL PREFABRICADO DE YESO REFORZADO CON CABUYA DE 60 x 60cm e=1.5cm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
ESPATULA	1	\$0.04	\$0.04	1	\$0.04
BALDE PLASTICO	1	\$0.04	\$0.04	1	\$0.04
SUBTOTAL M					\$0.08

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
ARTESANO (Est. Ocu. C1)	1	\$4.04	\$4.04	0.25	\$1.01
SUBTOTAL N					\$1.01

MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
YESO	Kg	3.24	\$0.10	\$0.32	
AGUA	lt	2.16	\$0.02	\$0.04	
CABUYA	kg	0.50625	\$1.00	\$0.51	
MOLDE DE CAUCHO	Unidad	1	\$0.08	\$0.08	
SUBTOTAL O					\$0.95

TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$2.04
--------------------------------------	---------------

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: PANEL PREFABRICADO DE YESO REFORZADO CON CABUYA DE 60 x 60cm e=2.5cm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
ESPATULA	1	\$0.04	\$0.04	1	\$0.04
BALDE PLASTICO	1	\$0.04	\$0.04	1	\$0.04
SUBTOTAL M					\$0.08

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
ARTESANO (Est. Ocu. C1)	1	\$4.04	\$4.04	0.25	\$1.01
SUBTOTAL N					\$1.01

MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
YESO	Kg	5.982	\$0.10	\$0.60	
AGUA	lt	4.112	\$0.02	\$0.08	
CABUYA	kg	0.843	\$1.00	\$0.84	
MOLDE DE CAUCHO	Unidad	1	\$0.08	\$0.08	
SUBTOTAL O					\$1.60

TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					\$0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$2.69
--------------------------------------	---------------

Especificaciones para los yesos para la construcción. No UNE-EN-13279-2 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción

Designación: C 109 / C 109M - 02

Método de prueba estándar para Resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico (Usando muestras de cubo de 2 pulg. O [50 mm]) 1

Esta norma se emite bajo la designación fija C 109 / C 109M; el número que sigue inmediatamente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. Un superíndice épsilon (ϵ) indica un cambio editorial desde la última revisión o nueva aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa.

1 Alcance *

1.1 Este método de prueba cubre la determinación de la compresión Resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico, utilizando 2 pulg. O [50 mm] muestras de cubo.

NOTA 1: el método de prueba C 349 proporciona un procedimiento alternativo para esta determinación (no debe usarse para pruebas de aceptación).

1.2 Este método de prueba cubre la aplicación de la prueba usando ya sea pulgadas-libras o unidades SI. Los valores establecidos en cualquiera de los sistemas se considerará por separado como estándar. Dentro del texto, el SI Las unidades se muestran entre paréntesis. Los valores establecidos en cada sistema no son equivalentes exactos; por lo tanto, se utilizará cada sistema independientemente del otro. Combinando valores de los dos Los sistemas pueden dar lugar a una no conformidad con la especificación.

1.3 Los valores en unidades SI se obtendrán por medición en Unidades SI o por conversión apropiada, usando las Reglas para Conversión y redondeo dados en el estándar IEEE / ASTM SI 10, de medidas realizadas en otras unidades.

1.4 Esta norma no pretende abordar todas las preocupaciones de seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es el responsabilidad del usuario de esta norma para establecer prácticas privadas de seguridad y salud y determinar la aplicación La flexibilidad de las limitaciones regulatorias antes del uso. (Advertencia— Fresco Las mezclas cementosas hidráulicas son cáusticas y pueden causar Quemaduras químicas en la piel y los tejidos tras una exposición prolongada. 2)

2. Documentos de referencia

2.1 Normas ASTM:

Especificación de C230 para tabla de flujo para uso en pruebas de Cemento Hidráulico 3

C 305 Práctica para la mezcla mecánica de cemento hidráulico Pastas y Morteros de Consistencia Plástica 3

Método de prueba C 349 para la resistencia a la compresión del sistema hidráulico Morteros de cemento (usando porciones de prismas rotos Flexión) 3

Este método de prueba está bajo la jurisdicción del Comité C01 de ASTM sobre cemento y es responsabilidad directa del Subcomité C01.27 sobre Fortaleza.

Edición actual aprobada el 10 de junio de 2002. Publicado en agosto de 2002. Originalmente publicado como C 109 - 34 T. Última edición anterior C 109 / C 109M - 01.

3 Vea la sección sobre Seguridad, Manual de Pruebas de Cemento, Libro Anual de ASTM Normas, Vol. 04.01.

3 Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 04.01.

C 511 Especificación para gabinetes húmedos, habitaciones húmedas y Tanques de almacenamiento de agua utilizados en las pruebas de sistemas hidráulicos Cementos y Hormigones 3

C 670 Práctica para preparar declaraciones de precisión y sesgo para Métodos de prueba para materiales de construcción 4

C 778 Especificación para arena estándar 3

C 1005 Especificación para masas de referencia y dispositivos para Determinación de masa y volumen 3

C 1437 Método de prueba para flujo de cemento hidráulico Mor-alquitrán 3

IEEE / ASTM SI 10 Estándar para el uso de la Internacional Sistema de unidades (SI): el sistema métrico moderno 5

3. Resumen del método de prueba

3.1 El mortero utilizado consta de 1 parte de cemento y 2,75 partes de arena proporcionada por la masa. Portland o aire-arrastre los cementos portland se mezclan en proporciones especificadas de agua / cemento. El contenido de agua para otros cementos es suficiente para obtener un flujo de 110 6 5 en 25 gotas de la tabla de flujo. Dos pulgadas o Los cubos de prueba [50 mm] se compactan mediante apisonamiento en dos capas. Los cubos se curan un día en los moldes y se despojan y sumergido en agua de cal hasta que se pruebe.

4. Significado y uso

4.1 Este método de prueba proporciona un medio para determinar el resistencia a la compresión del cemento hidráulico y otros morteros y los resultados pueden usarse para determinar el cumplimiento de especificaciones. Además, este método de prueba está referenciado por numerosos Otras especificaciones y métodos de prueba. Se debe tener precaución. al utilizar los resultados de este método de prueba para predecir resistencia de los hormigones.

5. Aparato

5.1 Pesas y dispositivos de pesaje, se ajustarán a requisitos de la Especificación C 1005. El dispositivo de pesaje se evaluará para precisión y sesgo a una carga total de 2000 sol.

5.2 Graduados de vidrio, de capacidades adecuadas (preferiblemente grandes suficiente para medir el agua de mezcla en una sola operación) para

Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 04.02.

Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 14.04.

C 109 / C 109M

entregar el volumen indicado a 20 ° C. La variación permisible será de 62 ml. Estos graduados se subdividirán al menos en 5 ml, excepto que las líneas de graduación pueden omitirse para 10 ml más bajos para un graduado de 250 ml y para los 25 ml más bajos de un graduado de 500 ml. Las principales líneas de graduación serán círculos y serán numerados. Las graduaciones menos extienda al menos un séptimo del camino, e intermedio Las graduaciones se extenderán al menos un quinto del recorrido.

5.3 *Moldes de muestras*, para 2 pulg. o especificación de cubo [50 mm] los hombres deben ser ajustados. Los moldes no deberán tener más de tres compartimentos cúbicos y serán separables en no más de dos partes. Las partes de los moldes cuando se ensamblen serán positivamente mantenidos juntos. Los moldes serán de metal duro, no atacado por el mortero de cemento. Para moldes nuevos el El número de dureza Rockwell del metal no será inferior a 55 HRB. Los lados de los moldes deben ser suficientemente rígidos para Evitar la propagación o deformación. Las caras interiores de los moldes, serán superficies planas y se ajustarán a las tolerancias de Tabla 1.

5.4 *Mezclador, tazón y paleta*, una mecánica accionada eléctricamente mezclador de cal del tipo equipado con paleta y tazón para mezclar, como se especifica en la práctica C 305.

5.5 *Tabla de flujo y molde de flujo*, de acuerdo con los requisitos mentos de la especificación C 230.

5.6 *Tamper*, un mate no absorbente, no abrasivo, no fragmentado rial como un compuesto de goma que tiene un durómetro Shore A dureza de 80 6 10 o madera de roble sazónada que no se haya acabado sorptive por inmersión durante 15 minutos en parafina aproximadamente a 392 ° F o [200 ° C], tendrá una sección transversal de aproximadamente 1/2 por 1 pulg. o [13 por 25 mm] y una longitud conveniente de aproximadamente 5 a 6 pulg. o [120 a 150 mm]. La cara de apisonamiento debe ser plana y a ángulos rectos a la longitud del sabotaje.

5.7 *Llana*, que tiene una cuchilla de acero de 4 a 6 pulg. [100 a 150 mm] de longitud, con bordes rectos.

5.8 *Gabinete o habitación húmeda*, conforme a los requisitos mentos de la Especificación C 511.

5.9 *Máquina de prueba*, ya sea hidráulica o tipo tornillo, con suficiente apertura entre la superficie superior del rodamiento y la superficie de apoyo inferior de la máquina para permitir el uso de aparato de verificación. La carga aplicada a la muestra de ensayo deberá se indicará con una precisión del 61.0%. Si la carga aplicada por la máquina de compresión está registrada en un dial, el dial deberá contar con una escala graduada que pueda leerse al menos el 0.1% más cercano de la carga de escala completa (Nota 2). El dial deberá ser legible dentro del 1% de la carga indicada en cualquier carga dada nivel dentro del rango de carga. En ningún caso la carga se considera que el rango de un dial incluye cargas por debajo del valor eso es 100 veces el cambio de carga más pequeño que se puede leer En la escala. La báscula deberá contar con una línea de graduación.

igual a cero y tan numerado. El puntero del dial será de longitud suficiente para alcanzar las marcas de graduación; el ancho de la el final del puntero no debe exceder la distancia libre entre

Las graduaciones más pequeñas. Cada dial estará equipado con un ajuste cero al que se puede acceder fácilmente desde el exterior del marcar el caso, y con un dispositivo adecuado que en todo momento hasta el reinicio, indicará con una precisión del 1% la carga máxima aplicada a la muestra.

5.9.1 Si la carga de la máquina de prueba se indica en forma digital, La pantalla numérica debe ser lo suficientemente grande como para poder leerla fácilmente. El incremento numérico debe ser igual o menor que 0.10% de la carga a escala completa de un rango de carga dado. En ningún caso el rango de carga verificado incluye cargas inferiores al mínimo incremento numérico multiplicado por 100. La precisión de la la carga indicada debe estar dentro del 1.0% para cualquier valor mostrado dentro del rango de carga verificado. Se deben tomar disposiciones para ajustando para indicar cero verdadero con carga cero. Habrá proporcionó un indicador de carga máxima que en todo momento hasta el reinicio indicará dentro del 1% de precisión del sistema la carga máxima aplicado a la muestra.

NOTA 2: lo más cerca que se puede leer se considera 1/32 pulg. O [0.5 mm] a lo largo del arco descrito al final del puntero. Además, la mitad de la el intervalo de escala es tan cercano como razonablemente se puede leer cuando el espaciado en el mecanismo indicador de carga está entre 1/32 in. o [1 mm] y 1/16 in. o [1.6 mm]. Cuando el espacio es entre 1/16 pulg. O [1.6 mm] y 1/8 pulg. o [3.2 mm], un tercio del intervalo de escala puede leerse con certeza. Cuando el espacio es de 1/8 pulg. O [3.2 mm] o más, un cuarto de El intervalo de escala se puede leer con una certeza razonable.

5.9.2 El rodamiento superior debe estar asentado esféricamente, bloque de metal endurecido firmemente unido en el centro de la parte superior Jefe de la máquina. El centro de la esfera debe estar en el centro de la superficie del bloque en contacto con la muestra. El bloque se mantendrá estrechamente en su asiento esférico, pero se libre de inclinarse en cualquier dirección. La diagonal o el diámetro (Nota 3) de la superficie de apoyo debe ser solo ligeramente mayor que diagonal de la cara del 2-in. o cubo [50 mm] para Facilitar el centrado preciso de la muestra. Un metal endurecido Se debe usar un bloque de apoyo debajo de la muestra para minimizar desgaste de la platina inferior de la máquina. El bloque de apoyo Las superficies destinadas al contacto con la muestra deberán tener un Número de dureza Rockwell no inferior a 60 HRC. Estas las superficies no se apartarán de las superficies planas en más de 0.0005 pulg. O [0.013 mm] cuando los bloques son nuevos y deben ser mantenido dentro de una variación permisible de 0.001 pulg. o [0.025 mm].

NOTA 3: un diámetro de 3 1/8 pulg. O [79.4 mm], es satisfactorio, siempre que el bloque de apoyo inferior tiene un diámetro ligeramente mayor que el diagonal de la cara del 2-in. o cubo [50 mm] pero no más de 2.9 pulg. o [74 mm], y está centrado con respecto al bloque de apoyo superior y

TABLA 1 Variaciones permitidas de moldes de muestras

Parámetro	2 pulg. Moldes de cubo		Moldes de cubo [50 mm]	
	Nuevo	En uso	Nuevo	En uso
Planicidad de los lados	<0.001 pulg.	<0.002 pulg.	[<0.025 mm]	[<0.05 mm]
Distancia entre lados opuestos	2 pulg. 6 0.005	2 pulg. 6 0.02	[50 mm 6 0,13 mm]	[50 mm 6 0,50 mm]
Altura de cada compartimento	2 pulg. + 0.01 pulg. hasta - 0.005 pulg.	2 pulg. + 0.01 pulg. a - 0.015 pulg.	[50 mm + 0,25 mm hasta - 0,13 mm]	[50 mm + 0,25 mm hasta - 0,38 mm]
Ángulo entre caras adyacentes ^a	90 6 0,5 °	90 6 0,5 °	90 6 0,5 °	90 6 0,5 °

^aMedido en puntos ligeramente retirados de la intersección. Medido por separado para cada compartimento entre todas las caras interiores y la cara adyacente y entre caras interiores y planos superior e inferior del molde.

ANEXO 1: NORMATIVA

Especificaciones de método de pruebas ASTM C 109/ C 109M - 02 (Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico)

Designación: C 109 / C 109M - 02

Método de prueba estándar para Resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico (Usando muestras de cubo de 2 pulg. O [50 mm]) 1

Esta norma se emite bajo la designación fija C 109 / C 109M; el número que sigue inmediatamente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. Un superíndice épsilon (ϵ) indica un cambio editorial desde la última revisión o nueva aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa.

1 Alcance *

1.1 Este método de prueba cubre la determinación de la compresión Resistencia siva de morteros de cemento hidráulico, utilizando 2 pulg. o [50 mm] muestras de cubo.

NOTA 1: el método de prueba C 349 proporciona un procedimiento alternativo para esta determinación (no debe usarse para pruebas de aceptación).

1.2 Este método de prueba cubre la aplicación de la prueba usando ya sea pulgadas-libras o unidades SI. Los valores establecidos en cualquiera de los sistemas se considerará por separado como estándar. Dentro del texto, el SI Las unidades se muestran entre paréntesis. Los valores establecidos en cada sistema no son equivalentes exactos; por lo tanto, se utilizará cada sistema independientemente del otro. Combinando valores de los dos Los sistemas pueden dar lugar a una no conformidad con la especificación.

1.3 Los valores en unidades SI se obtendrán por medición en Unidades SI o por conversión apropiada, usando las Reglas para Conversión y redondeo dados en el estándar IEEE / ASTM SI 10, de medidas realizadas en otras unidades.

1.4 Esta norma no pretende abordar todos los preocupaciones de seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es el responsabilidad del usuario de esta norma para establecer prácticas privadas de seguridad y salud y determinar la aplicación La flexibilidad de las limitaciones regulatorias antes del uso. (**Advertencia**— Fresco Las mezclas cementosas hidráulicas son cáusticas y pueden causar Quemaduras químicas en la piel y los tejidos tras una exposición prolongada. 2)

2. Documentos de referencia

2.1 Normas ASTM:

Especificación de C230 para tabla de flujo para uso en pruebas de Cemento Hidráulico 3

C 305 Práctica para la mezcla mecánica de cemento hidráulico Pastas y Morteros de Consistencia Plástica 3

Método de prueba C 349 para la resistencia a la compresión del sistema hidráulico Morteros de cemento (usando porciones de prismas rotos Flexión) 3

Este método de prueba está bajo la jurisdicción del Comité C01 de ASTM sobre cemento y es responsabilidad directa del Subcomité C01.27 sobre Fortaleza.

Edición actual aprobada el 10 de junio de 2002. Publicado en agosto de 2002. Originalmente publicado como C 109 - 34 T. Última edición anterior C 109 / C 109M - 01.

1. Vea la sección sobre Seguridad, Manual de Pruebas de Cemento, Libro Anual de ASTM Normas , Vol. 04.01.

Libro Anual de Normas ASTM , Vol. 04.01.

C 511 Especificación para gabinetes húmedos, habitaciones húmedas y

Tanques de almacenamiento de agua utilizados en las pruebas de sistemas hidráulicos Cementos y Hormigones 3

C 670 Práctica para preparar declaraciones de precisión y sesgo para Métodos de prueba para materiales de construcción 4

C 778 Especificación para arena estándar 3

C 1005 Especificación para masas de referencia y dispositivos para Determinación de masa y volumen 3

C 1437 Método de prueba para flujo de cemento hidráulico Mor-alquitrán 3

IEEE / ASTM SI 10 Estándar para el uso de la Internacional Sistema de unidades (SI): el sistema métrico moderno 5

3. Resumen del método de prueba

3.1 El mortero utilizado consta de 1 parte de cemento y 2,75 partes de arena proporcionada por la masa. Portland o aire-arrastre los cementos portland se mezclan en proporciones especificadas de agua / cemento. El contenido de agua para otros cementos es suficiente para obtener un flujo de 110 6 5 en 25 gotas de la tabla de flujo. Dos pulgadas o Los cubos de prueba [50 mm] se compactan mediante apisonamiento en dos capas. Los cubos se curan un día en los moldes y se despojan y sumergido en agua de cal hasta que se pruebe.

4. Significado y uso

4.1 Este método de prueba proporciona un medio para determinar el resistencia a la compresión del cemento hidráulico y otros morteros y los resultados pueden usarse para determinar el cumplimiento de especificaciones. Además, este método de prueba está referenciado por numerosas Otras especificaciones y métodos de prueba. Se debe tener precaución. al utilizar los resultados de este método de prueba para predecir resistencia de los hormigones.

5. Aparato

5.1 Pesas y dispositivos de pesaje , se ajustarán a requisitos de la Especificación C 1005. El dispositivo de pesaje se evaluará para precisión y sesgo a una carga total de 2000 sol.

5.2 Graduados de vidrio , de capacidades adecuadas (preferiblemente grandes suficiente para medir el agua de mezcla en una sola operación) para

Libro Anual de Normas ASTM , Vol. 04.02.

Libro Anual de Normas ASTM , Vol. 14.04.

C 109 / C 109M

entregar el volumen indicado a 20 ° C. La variación permisible será de 62 ml. Estos graduados se subdividirán al menos en 5 ml, excepto que las líneas de graduación pueden omitirse para 10 ml más bajos para un graduado de 250 ml y para los 25 ml más bajos de un graduado de 500 ml. Las principales líneas de graduación serán círculos y serán numerados. Las graduaciones menos extienda al menos un séptimo del camino, e intermedio. Las graduaciones se extenderán al menos un quinto del recorrido.

5.3 *Moldes de muestras*, para 2 pulg. o especificación de cubo [50 mm] los hombres deben ser ajustados. Los moldes no deberán tener más de tres compartimentos cúbicos y serán separables en no más de dos partes. Las partes de los moldes cuando se ensamblen serán positivamente mantenidos juntos. Los moldes serán de metal duro, no atacado por el mortero de cemento. Para moldes nuevos el El número de dureza Rockwell del metal no será inferior a 55 HRB. Los lados de los moldes deben ser suficientemente rígidos para Evitar la propagación o deformación. Las caras interiores de los moldes, serán superficies planas y se ajustarán a las tolerancias de Tabla 1.

5.4 *Mezclador, tazón y paleta*, una mecánica accionada eléctricamente mezclador de cal del tipo equipado con paleta y tazón para mezclar, como se especifica en la práctica C 305.

5.5 *Tabla de flujo y molde de flujo*, de acuerdo con los requisitos mentos de la especificación C 230.

5.6 *Tamper*, un mate no absorbente, no abrasivo, no fragmentado rial como un compuesto de goma que tiene un durómetro Shore A dureza de 80 6 10 o madera de roble sazonada que no se haya acabado sorptive por inmersión durante 15 minutos en parafina aproximadamente a 392 ° F o [200 ° C], tendrá una sección transversal de aproximadamente 1/2 por 1 pulg. o [13 por 25 mm] y una longitud conveniente de aproximadamente 5 a 6 pulg. o [120 a 150 mm]. La cara de apisonamiento debe ser plana y a ángulos rectos a la longitud del sabotaje.

5.7 *Llana*, que tiene una cuchilla de acero de 4 a 6 pulg. [100 a 150 mm] de longitud, con bordes rectos.

5.8 *Gabinete o habitación húmeda*, conforme a los requisitos mentos de la Especificación C 511.

5.9 *Máquina de prueba*, ya sea hidráulica o tipo tornillo, con suficiente apertura entre la superficie superior del rodamiento y la superficie de apoyo inferior de la máquina para permitir el uso de aparato de verificación. La carga aplicada a la muestra de ensayo deberá se indicará con una precisión del 61.0%. Si la carga aplicada por la máquina de compresión está registrada en un dial, el dial deberá contar con una escala graduada que pueda leerse al menos el 0.1% más cercano de la carga de escala completa (Nota 2). El dial deberá ser legible dentro del 1% de la carga indicada en cualquier carga dada nivel dentro del rango de carga. En ningún caso la carga se considera que el rango de un dial incluye cargas por debajo del valor eso es 100 veces el cambio de carga más pequeño que se puede leer En la escala. La báscula deberá contar con una línea de graduación.

igual a cero y tan numerado. El puntero del dial será de longitud suficiente para alcanzar las marcas de graduación; el ancho de la el final del puntero no debe exceder la distancia libre entre Las graduaciones más pequeñas. Cada dial estará equipado con un ajuste cero al que se puede acceder fácilmente desde el exterior del marcar el caso, y con un dispositivo adecuado que en todo momento hasta el reinicio, indicará con una precisión del 1% la carga máxima aplicada a la muestra.

5.9.1 Si la carga de la máquina de prueba se indica en forma digital, La pantalla numérica debe ser lo suficientemente grande como para poder leerla fácilmente. El incremento numérico debe ser igual o menor que 0.10% de la carga a escala completa de un rango de carga dado. En ningún caso el rango de carga verificado incluye cargas inferiores al mínimo incremento numérico multiplicado por 100. La precisión de la la carga indicada debe estar dentro del 1.0% para cualquier valor mostrado dentro del rango de carga verificado. Se deben tomar disposiciones para ajustando para indicar cero verdadero con carga cero. Habrá proporcionó un indicador de carga máxima que en todo momento hasta el reinicio indicará dentro del 1% de precisión del sistema la carga máxima aplicado a la muestra.

NOTA 2: lo más cerca que se puede leer se considera 1/30 pulg. O [0.5 mm] a lo largo del arco descrito al final del puntero. Además, la mitad de la el intervalo de escala es tan cercano como razonablemente se puede leer cuando el espaciado en el mecanismo indicador de carga está entre 1/22 in. o [1 mm] y 1/16 in. o [1.6 mm]. Cuando el espacio es entre 1/16 pulg. O [1.6 mm] y 1/8 pulg. o [3.2 mm], un tercio del intervalo de escala puede leerse con certeza. Cuando el espacio es de 1/8 pulg. O [3.2 mm] o más, un cuarto de El intervalo de escala se puede leer con una certeza razonable.

5.9.2 El rodamiento superior debe estar asentado esféricamente, bloque de metal endurecido firmemente unido en el centro de la parte superior Jefe de la máquina. El centro de la esfera debe estar en el centro de la superficie del bloque en contacto con la muestra. El bloque se mantendrá estrechamente en su asiento esférico, pero se libre de inclinarse en cualquier dirección. La diagonal o el diámetro (Nota 3) de la superficie de apoyo debe ser solo ligeramente mayor que diagonal de la cara del 2-in. o cubo [50 mm] para Facilitar el centrado preciso de la muestra. Un metal endurecido Se debe usar un bloque de apoyo debajo de la muestra para minimizar desgaste de la platina inferior de la máquina. El bloque de apoyo Las superficies destinadas al contacto con la muestra deberán tener un Número de dureza Rockwell no inferior a 60 HRC. Estas las superficies no se apartarán de las superficies planas en más de 0,0005 pulg. O [0,013 mm] cuando los bloques son nuevos y deben ser mantenido dentro de una variación permisible de 0.001 pulg. o [0.025 mm].

NOTA 3: un diámetro de 3 1/8 pulg. O [79.4 mm], es satisfactorio, siempre que que el bloque de apoyo inferior tiene un diámetro ligeramente mayor que el diagonal de la cara del 2-in. o cubo [50 mm] pero no más de 2.9 pulg. o [74 mm], y está centrado con respecto al bloque de apoyo superior y

Tabla 1 Variaciones permitidas de moldes de muestras

Parámetro	2 pulg. Moldes de cubo		Moldes de cubo [50 mm]	
	Nuevo	En uso	Nuevo	En uso
Planicidad de los lados	<0.001 pulg.	<0.002 pulg.	[<0.025 mm]	[<0.05 mm]
Distancia entre lados opuestos	2 pulg. 6 0.005	2 pulg. 6 0.02	[50 mm 6 0.13 mm]	[50 mm 6 0.50 mm]
Altura de cada compartimento	2 pulg. + 0.01 pulg. hasta - 0.005 pulg.	2 pulg. + 0.01 pulg. a - 0.015 pulg.	[50 mm + 0.25 mm hasta - 0.13 mm]	[50 mm + 0.25 mm hasta - 0.38 mm]
Ángulo entre caras adyacentes	90 6 0.5 °	90 6 0.5 °	90 6 0.5 °	90 6 0.5 °

Medido en puntos ligeramente retirados de la intersección. Medido por separado para cada compartimento entre todas las caras interiores y la cara adyacente y entre caras interiores y planos superior e inferior del molde.

Especificaciones para los yesos para la construcción. No UNE-EN-13279-2 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción

4.5.4 Determinación de la resistencia a flexión

4.5.4.1 Principio. Se determina la carga necesaria para romper una probeta prismática de 160 mm × 40 mm × 40 mm apoyada sobre rodillos cuyos centros estén separados 100 mm.

4.5.4.2 Procedimiento. La probeta debe colocarse sobre los rodillos del dispositivo de flexión y, mediante un rodillo central, debe aplicarse una carga hasta que se rompa la probeta. Se anota la carga máxima, en newton, que soporta la probeta.

4.5.4.3 Expresión de los resultados. La resistencia a flexión P_F viene dada por la fórmula (9):

$$P_F = 0,00234 \times P \quad (9)$$

donde

P_F es la resistencia a flexión en N/mm²;

P es la carga media de rotura en N de, al menos, tres valores obtenidos.

EN 13279-2:2004

- 20 -

4.5.5 Determinación de la resistencia a compresión

4.5.5.1 Principio. La probeta se comprime hasta su rotura.

4.5.5.2 Procedimiento. La resistencia a compresión debe determinarse aplicando una carga a los trozos rotos de las probetas procedentes del ensayo de resistencia a flexión.

Pueden fabricarse nuevas probetas siguiendo el procedimiento indicado en el apartado 4.5.2. Si el ensayo de compresión no se realiza inmediatamente a continuación del ensayo de flexión, los trozos de las probetas a ensayar se deberían guardar en un desecador. Los trozos de las probetas se colocan con sus caras laterales hacia arriba y hacia abajo entre los dos platos de acero de la prensa de compresión, de forma que los lados de la probeta que estuvieron en contacto con las caras del molde estén en contacto con los platos de la prensa en una sección de 40 mm × 40 mm.

Se permite inclinar el plato superior para establecer un contacto perfecto entre las caras de las probetas y los platos de la prensa. El eje de rotación del plato superior debe estar centrado sobre la superficie de la probeta sometida a compresión. La carga debe aplicarse sobre la probeta hasta su rotura.

4.5.5.3 Expresión de los resultados. Debe calcularse el valor medio de los 6 valores obtenidos y expresarse en N/mm². La carga de resistencia a compresión R_c viene dada por la fórmula (10):

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (10)$$

donde

R_c es la resistencia a compresión en N/mm²;

F_c es la máxima carga en la rotura en N;

Especificaciones para yesos para la construcción, Norma UNE-EN- 13279-1 (yesos para la construcción).

EN 13279-1:2008

- 12 -

AENOR

5.1.5 Sustancias peligrosas

Los materiales utilizados en los productos no deben emitir ninguna sustancia peligrosa en niveles superiores a los máximos permitidos indicados en la correspondiente norma europea del material o en la reglamentación nacional del Estado Miembro al que vaya destinado.

5.2 Especificaciones para los conglomerantes de yeso

El contenido en sulfato de calcio debe ser, como mínimo, del 50%. Las características de los conglomerantes de yeso se deben determinar según lo especificado en la Norma EN 13279-2.

NOTA En un contrato específico entre el fabricante y el usuario pueden definirse otros acuerdos.

5.3 Especificaciones para los yesos para la construcción

Cuando las características de los yesos para la construcción se determinen según lo especificado en la Norma EN 13279-2, deben cumplir los valores establecidos en la tabla 3.

Tabla 3 – Especificaciones para los yesos de construcción

Yeso para la construcción	Contenido en conglomerante de yeso %	Tiempo de principio de fraguado mín.		Resistencia a flexión N/mm ²	Resistencia a compresión N/mm ²	Dureza superficial N/mm ²	Adherencia N/mm ²
		Yeso de aplicación manual	Yeso de proyección mecánica				
B1	≥ 50	> 20 ^b	> 50	≥ 1,0	≥ 2,0	-	La rotura se produce en el soporte o en la masa de yeso; cuando la rotura aparece en la interfase yeso-soporte, el valor debe ser ≥ 0,1
B2	< 50						
B3	^a						
B4	≥ 50						
B5	< 50						
B6	^a						
B7	≥ 50			≥ 2,0	≥ 6,0	≥ 2,5	

^a Según los apartados 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6.

^b En algunas aplicaciones manuales se permite un valor menor que 20 min. En ese caso, el productor debe declarar el tiempo de principio de fraguado.

5.4 Especificaciones para los yesos para la construcción para aplicaciones especiales

Cuando las características de los yesos para la construcción para aplicaciones especiales se determinen según lo especificado en la Norma Europea EN 13279-2, deben cumplir los valores establecidos en la tabla 4.

Datos de prueba de ensayo térmico.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA



UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

ENSAYO:	ENSAYO TERMICO
FECHA DE ENSAYO:	23/02/2020
MATERIAL:	YESO.

U Trasmision termica
T.e Temperatura exterior
T.si Temperatura interior del cubo
T.se Temperatura tapa exterior
T.i Temperatura tapa interior
Conductividad del yeso: 0.15

FORMULAS:

$$U = 1 / R_{si}(T_{.si} - T_{.i}) / (T_{.e} - T_{.i})$$

$$\text{Conductividad} = \frac{\text{espesor}}{\left(\frac{1}{U}\right) - 0.27}$$

Fecha	Hora	Te	T.se	T.si	T.i	U
22/02/2020	09:30:00	18.70	15.60	16.80	16.63	0.8
22/02/2020	09:40:00	18.80	15.50	16.80	16.63	0.8
22/02/2020	09:50:00	19.00	15.70	17.10	16.93	0.8
22/02/2020	10:00:00	19.10	15.80	17.80	17.63	1.1
22/02/2020	10:10:00	19.40	16.00	18.00	17.83	1.1
22/02/2020	10:20:00	19.80	16.20	18.80	18.63	1.4
22/02/2020	10:30:00	20.00	16.40	19.50	19.33	2.5
22/02/2020	10:40:00	20.20	16.70	20.50	20.33	5.0
22/02/2020	10:50:00	20.50	17.00	20.90	20.73	7.1
22/02/2020	11:00:00	20.70	17.30	21.50	21.33	2.6
22/02/2020	11:10:00	21.00	17.70	21.50	21.33	5.0
22/02/2020	11:20:00	21.30	18.10	21.70	21.53	7.1
22/02/2020	11:30:00	21.50	18.50	22.70	22.53	1.6
22/02/2020	11:40:00	21.90	19.00	23.30	23.13	1.3
22/02/2020	11:50:00	22.30	19.90	27.70	27.53	0.3
22/02/2020	12:00:00	22.50	21.10	37.50	37.33	0.1
22/02/2020	12:10:00	22.90	22.20	40.50	40.33	0.1
22/02/2020	12:20:00	23.40	23.40	41.60	41.43	0.1
22/02/2020	12:30:00	23.70	24.60	41.60	41.43	0.1
22/02/2020	12:40:00	23.70	25.80	42.00	41.83	0.1
22/02/2020	12:50:00	23.70	26.90	43.50	43.33	0.1
22/02/2020	13:00:00	23.80	27.90	43.20	43.03	0.1
22/02/2020	13:10:00	23.90	28.80	48.30	48.13	0.1
22/02/2020	13:20:00	24.00	29.80	45.40	45.23	0.1
22/02/2020	13:30:00	24.20	30.60	46.70	46.53	0.1
22/02/2020	13:40:00	24.20	31.50	41.10	40.93	0.1
22/02/2020	13:50:00	24.20	32.10	34.60	34.43	0.2
22/02/2020	14:00:00	24.10	32.20	36.60	36.43	0.1
22/02/2020	14:10:00	24.20	32.30	39.00	38.83	0.1
22/02/2020	14:20:00	24.30	32.60	33.60	33.43	0.2
22/02/2020	14:30:00	24.40	32.80	31.00	30.83	0.3
22/02/2020	14:40:00	24.50	32.30	28.20	28.03	0.5
22/02/2020	14:50:00	24.60	31.50	27.10	26.93	0.7
22/02/2020	15:00:00	24.80	30.80	26.60	26.43	1.0
22/02/2020	15:10:00	24.50	30.00	25.60	25.43	1.8
22/02/2020	15:20:00	24.20	29.30	25.60	25.43	1.3
22/02/2020	15:30:00	23.90	28.70	25.60	25.43	1.1
22/02/2020	15:40:00	23.70	28.10	25.40	25.23	1.1
22/02/2020	15:50:00	23.50	27.60	24.80	24.63	1.5

22/02/2020	16:00:00	22.90	27.20	24.90	24.73	0.9
22/02/2020	16:10:00	22.50	26.80	24.40	24.23	1.0
22/02/2020	16:20:00	22.00	26.30	23.60	23.43	1.2
22/02/2020	16:30:00	21.50	25.80	21.80	21.63	6.0
22/02/2020	16:40:00	21.00	25.30	21.80	21.63	2.6
22/02/2020	16:50:00	20.60	24.80	21.90	21.73	1.5
22/02/2020	17:00:00	20.10	24.40	22.00	21.83	1.0
22/02/2020	17:10:00	19.80	24.00	21.00	20.83	1.6
22/02/2020	17:20:00	19.70	23.60	20.70	20.53	2.0
22/02/2020	17:30:00	19.50	23.20	19.80	19.63	6.0
22/02/2020	17:40:00	19.30	22.80	17.40	17.23	0.8
22/02/2020	17:50:00	19.00	22.20	18.60	18.43	2.9
22/02/2020	18:00:00	18.40	21.80	18.90	18.73	5.0
22/02/2020	18:10:00	18.30	21.40	18.60	18.43	6.0
22/02/2020	18:20:00	18.00	21.00	18.40	18.23	7.1
22/02/2020	18:30:00	17.50	20.70	18.20	18.03	3.1
22/02/2020	18:40:00	17.00	20.30	18.00	17.83	2.0
22/02/2020	18:50:00	16.90	20.10	17.30	17.13	7.1
22/02/2020	19:00:00	16.80	19.70	17.20	17.03	7.1
22/02/2020	19:10:00	16.80	19.40	16.90	16.73	25.2
22/02/2020	19:20:00	16.80	19.20	16.70	16.53	6.2
22/02/2020	19:30:00	16.70	18.90	16.60	16.43	6.2
22/02/2020	19:40:00	16.70	18.70	16.60	16.43	6.2
22/02/2020	19:50:00	16.60	18.40	16.60	16.43	10.0
22/02/2020	20:00:00	16.60	18.30	16.30	16.13	3.6
22/02/2020	20:10:00	16.60	18.10	16.10	15.93	2.5
22/02/2020	20:20:00	16.60	17.90	15.80	15.63	1.7
22/02/2020	20:30:00	16.60	17.70	15.70	15.53	1.6
22/02/2020	20:40:00	16.60	17.50	15.60	15.43	1.4
22/02/2020	20:50:00	16.60	17.40	15.60	15.43	1.4
22/02/2020	21:00:00	16.70	17.20	15.50	15.33	1.2
22/02/2020	21:10:00	16.50	17.10	15.20	15.03	1.1
22/02/2020	21:20:00	16.50	16.90	14.90	14.73	0.9
22/02/2020	21:30:00	16.50	16.80	14.80	14.63	0.9
22/02/2020	21:40:00	16.40	16.60	14.80	14.63	0.9
22/02/2020	21:50:00	16.40	16.50	14.90	14.73	1.0
22/02/2020	22:00:00	16.30	16.30	14.90	14.73	1.1
22/02/2020	22:10:00	16.30	16.20	14.90	14.73	1.1
22/02/2020	22:20:00	16.20	16.10	14.80	14.63	1.1
22/02/2020	22:30:00	16.20	16.10	14.80	14.63	1.1
22/02/2020	22:40:00	16.20	16.00	14.80	14.63	1.1
22/02/2020	22:50:00	16.10	15.90	14.80	14.63	1.1
22/02/2020	23:00:00	16.10	15.80	14.80	14.63	1.1
22/02/2020	23:10:00	16.00	15.70	14.70	14.53	1.1
22/02/2020	23:20:00	16.00	15.70	14.70	14.53	1.1
22/02/2020	23:30:00	15.90	15.60	14.70	14.53	1.2
22/02/2020	23:40:00	15.90	15.60	14.70	14.53	1.2
22/02/2020	23:50:00	15.80	15.50	14.60	14.43	1.2
22/02/2020	00:00:00	15.80	15.50	14.50	14.33	1.1
23/02/2020	00:10:00	15.80	15.40	14.40	14.23	1.1
23/02/2020	00:20:00	15.80	15.40	14.40	14.23	1.1
23/02/2020	00:30:00	15.70	15.30	14.20	14.03	1.0
23/02/2020	00:40:00	15.70	15.20	14.20	14.03	1.0
23/02/2020	00:50:00	15.70	15.20	14.10	13.93	0.9
23/02/2020	01:00:00	15.60	15.10	14.10	13.93	1.0
23/02/2020	01:10:00	15.50	15.10	14.10	13.93	1.1
23/02/2020	01:20:00	15.40	15.00	14.00	13.83	1.1
23/02/2020	01:30:00	15.20	15.00	14.00	13.83	1.2
23/02/2020	01:40:00	15.10	14.90	13.90	13.73	1.2

23/02/2020	01:50:00	15.00	14.90	13.80	13.63	1.2
23/02/2020	02:00:00	14.80	14.80	13.80	13.63	1.4
23/02/2020	02:10:00	14.70	14.80	13.80	13.63	1.6
23/02/2020	02:20:00	14.60	14.70	13.80	13.63	1.7
23/02/2020	02:30:00	14.50	14.70	13.70	13.53	1.7
23/02/2020	02:40:00	14.50	14.60	13.80	13.63	1.9
23/02/2020	02:50:00	14.50	14.60	13.70	13.53	1.7
23/02/2020	03:00:00	14.40	14.60	13.70	13.53	1.9
23/02/2020	03:10:00	14.40	14.50	13.60	13.43	1.7
23/02/2020	03:20:00	14.40	14.50	13.50	13.33	1.6
23/02/2020	03:30:00	14.40	14.50	13.50	13.33	1.6
23/02/2020	03:40:00	14.40	14.40	13.50	13.33	1.6
23/02/2020	03:50:00	14.50	14.40	13.50	13.33	1.4
23/02/2020	04:00:00	14.60	14.40	13.50	13.33	1.3
23/02/2020	04:10:00	14.60	14.40	13.50	13.33	1.3
23/02/2020	04:20:00	14.60	14.30	13.50	13.33	1.3
23/02/2020	04:30:00	14.60	14.30	13.50	13.33	1.3
23/02/2020	04:40:00	14.60	14.30	13.50	13.33	1.3
23/02/2020	04:50:00	14.50	14.30	13.50	13.33	1.4
23/02/2020	05:00:00	14.50	14.20	13.50	13.33	1.4
23/02/2020	05:10:00	14.50	14.20	13.40	13.23	1.3
23/02/2020	05:20:00	14.40	14.20	13.50	13.33	1.6
23/02/2020	05:30:00	14.40	14.20	13.50	13.33	1.6
23/02/2020	05:40:00	14.40	14.20	13.60	13.43	1.7
23/02/2020	05:50:00	14.30	14.20	13.60	13.43	1.9
23/02/2020	06:00:00	14.30	14.10	13.60	13.43	1.9
23/02/2020	06:10:00	14.30	14.10	13.60	13.43	1.9
23/02/2020	06:20:00	14.30	14.10	13.50	13.33	1.7
23/02/2020	06:30:00	14.30	14.10	13.50	13.33	1.7
23/02/2020	06:40:00	14.90	14.10	13.60	13.43	1.1
23/02/2020	06:50:00	14.90	14.10	13.50	13.33	1.1
23/02/2020	07:00:00	14.90	14.10	13.50	13.33	1.1
23/02/2020	07:10:00	14.90	14.10	13.70	13.53	1.2
23/02/2020	07:20:00	14.90	14.10	13.90	13.73	1.4
23/02/2020	07:30:00	15.10	14.20	14.00	13.83	1.3
23/02/2020	07:40:00	15.60	14.20	14.00	13.83	0.9
23/02/2020	07:50:00	15.90	14.20	14.00	13.83	0.8
23/02/2020	08:00:00	16.20	14.20	14.20	14.03	0.8
23/02/2020	08:10:00	16.50	14.30	14.30	14.13	0.7
23/02/2020	08:20:00	16.70	14.30	14.50	14.33	0.7
23/02/2020	08:30:00	16.90	14.40	14.70	14.53	0.7
23/02/2020	08:40:00	17.00	14.50	15.20	15.03	0.8
23/02/2020	08:50:00	17.20	14.60	16.20	16.03	1.4
23/02/2020	09:00:00	17.40	14.70	16.90	16.73	2.5
23/02/2020	09:10:00	17.60	14.80	17.30	17.13	3.6
23/02/2020	09:20:00	17.70	15.00	17.90	17.73	48.8
23/02/2020	09:30:00	18.20	15.30	18.80	18.63	3.8

U. PROMEDIO: 2.3

ESPEJOR DE PLACA: 0.025 mm

CONDUCTIVIDAD YESO: 0.148 W/mK °C

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

ENSAYO:	ENSAYO TERMICO
FECHA DE ENSAYO:	23/02/2020
MATERIAL:	YESO - CABUYA (60 %yeso, 40 % fibra).

U	Trasmision termica	FORMULAS:
T.e	Temperatura exterior	$U=1/Rsi(T.si - T.i)/(T.e - T.i)$
T.si	Temperatura interior del cubo	
T.se	Temperatura tapa exterior	Conductividad = $\frac{espesor}{(\frac{1}{U}) - 0,27}$
T.i	Temperatura tapa interior	
Conductividad del yeso:	0.15	

Fecha	Hora	Te °C	T.se °C	T.si °C	T.i °C	U
22/02/2020	09:28:57	18.70	21.60	15.50	15.31	0.6
22/02/2020	09:38:57	18.80	22.20	15.90	15.71	0.6
22/02/2020	09:48:57	19.00	22.80	16.20	16.01	0.6
22/02/2020	09:58:57	19.10	23.40	16.60	16.41	0.7
22/02/2020	10:08:57	19.40	23.40	17.00	16.81	0.7
22/02/2020	10:18:57	19.80	24.40	17.40	17.21	0.7
22/02/2020	10:28:57	20.00	23.90	17.80	17.61	0.8
22/02/2020	10:38:57	20.20	23.00	18.10	17.91	0.8
22/02/2020	10:48:57	20.50	25.40	18.50	18.31	0.9
22/02/2020	10:58:57	20.70	26.00	18.80	18.61	0.9
22/02/2020	11:08:57	21.00	27.20	19.20	19.01	1.0
22/02/2020	11:18:57	21.30	27.80	19.70	19.51	1.1
22/02/2020	11:28:57	21.50	27.20	20.10	19.91	1.2
22/02/2020	11:38:57	21.90	27.70	20.20	20.01	1.0
22/02/2020	11:48:57	22.30	29.60	20.20	20.01	0.8
22/02/2020	11:58:57	22.50	34.20	21.10	20.91	1.2
22/02/2020	12:08:57	22.90	36.10	21.80	21.61	1.5
22/02/2020	12:18:57	23.40	36.20	22.60	22.41	7.0
22/02/2020	12:28:57	23.70	37.90	23.40	23.21	3.9
22/02/2020	12:38:57	23.70	38.30	24.20	24.01	6.1
22/02/2020	12:48:57	23.70	39.40	25.00	24.81	1.7
22/02/2020	12:58:57	23.80	43.00	25.80	25.61	0.7
22/02/2020	13:08:57	23.90	42.60	26.70	26.51	0.7
22/02/2020	13:18:57	24.00	39.90	27.60	27.41	0.6
22/02/2020	13:28:57	24.20	36.10	28.40	28.21	0.5
22/02/2020	13:38:57	24.20	32.30	28.80	28.61	0.4
22/02/2020	13:48:57	24.20	33.30	28.90	28.71	0.4
22/02/2020	13:58:57	24.10	28.50	28.80	28.61	0.4
22/02/2020	14:08:57	24.20	26.90	28.50	28.31	0.5
22/02/2020	14:18:57	24.30	26.50	28.20	28.01	0.5
22/02/2020	14:28:57	24.40	26.80	27.80	27.61	0.6
22/02/2020	14:38:57	24.50	27.50	27.40	27.21	0.7
22/02/2020	14:48:57	24.60	26.70	27.10	26.91	0.8
22/02/2020	14:58:57	24.80	27.40	26.70	26.51	1.1
22/02/2020	15:08:57	24.50	27.30	26.50	26.31	1.0
22/02/2020	15:18:57	24.20	27.30	26.20	26.01	1.0
22/02/2020	15:28:57	23.90	26.80	25.90	25.71	1.0
22/02/2020	15:38:57	23.70	24.10	25.70	25.51	1.0
22/02/2020	15:48:57	23.50	23.20	25.30	25.11	1.2
22/02/2020	15:58:57	22.90	23.30	24.90	24.71	1.0

22/02/2020	16:08:57	22.50	23.00	24.40	24.21	1.1
22/02/2020	16:18:57	22.00	23.20	24.00	23.81	1.0
22/02/2020	16:28:57	21.50	22.80	23.70	23.51	0.9
22/02/2020	16:38:57	21.00	23.30	23.40	23.21	0.9
22/02/2020	16:48:57	20.60	23.60	23.10	22.91	0.8
22/02/2020	16:58:57	20.10	23.60	22.90	22.71	0.7
22/02/2020	17:08:57	19.80	23.40	22.70	22.51	0.7
22/02/2020	17:18:57	19.70	23.40	22.50	22.31	0.7
22/02/2020	17:28:57	19.50	23.10	22.40	22.21	0.7
22/02/2020	17:38:57	19.30	22.70	22.20	22.01	0.7
22/02/2020	17:48:57	19.00	22.20	22.00	21.81	0.7
22/02/2020	17:58:57	18.40	21.80	21.70	21.51	0.6
22/02/2020	18:08:57	18.30	21.50	21.50	21.31	0.6
22/02/2020	18:18:57	18.00	21.20	21.20	21.01	0.6
22/02/2020	18:28:57	17.50	20.90	21.00	20.81	0.6
22/02/2020	18:38:57	17.00	20.70	20.70	20.51	0.5
22/02/2020	18:48:57	16.90	20.60	20.50	20.31	0.6
22/02/2020	18:58:57	16.80	20.40	20.30	20.11	0.6
22/02/2020	19:08:57	16.80	20.20	20.10	19.91	0.6
22/02/2020	19:18:57	16.80	19.80	19.90	19.71	0.7
22/02/2020	19:28:57	16.70	19.70	19.70	19.51	0.7
22/02/2020	19:38:57	16.70	19.60	19.50	19.31	0.7
22/02/2020	19:48:57	16.60	19.30	19.30	19.11	0.8
22/02/2020	19:58:57	16.60	19.30	19.10	18.91	0.8
22/02/2020	20:08:57	16.60	19.20	19.00	18.81	0.9
22/02/2020	20:18:57	16.60	19.00	18.80	18.61	0.9
22/02/2020	20:28:57	16.60	18.90	18.70	18.51	1.0
22/02/2020	20:38:57	16.60	18.70	18.50	18.31	1.1
22/02/2020	20:48:57	16.60	18.80	18.40	18.21	1.2
22/02/2020	20:58:57	16.70	18.70	18.30	18.11	1.3
22/02/2020	21:08:57	16.50	18.60	18.20	18.01	1.3
22/02/2020	21:18:57	16.50	18.50	18.10	17.91	1.3
22/02/2020	21:28:57	16.50	18.50	18.00	17.81	1.5
22/02/2020	21:38:57	16.40	18.50	17.90	17.71	1.5
22/02/2020	21:48:57	16.40	18.40	17.80	17.61	1.6
22/02/2020	21:58:57	16.30	18.40	17.70	17.51	1.6
22/02/2020	22:08:57	16.30	18.40	17.70	17.51	1.6
22/02/2020	22:18:57	16.20	18.20	17.60	17.41	1.6
22/02/2020	22:28:57	16.20	18.10	17.50	17.31	1.7
22/02/2020	22:38:57	16.20	18.00	17.50	17.31	1.7
22/02/2020	22:48:57	16.10	17.90	17.40	17.21	1.7
22/02/2020	22:58:57	16.10	17.70	17.30	17.11	1.9
22/02/2020	23:08:57	16.00	17.70	17.30	17.11	1.7
22/02/2020	23:18:57	16.00	17.60	17.20	17.01	1.9
22/02/2020	23:28:57	15.90	17.50	17.10	16.91	1.9
22/02/2020	23:38:57	15.90	17.50	17.00	16.81	2.1
22/02/2020	23:48:57	15.80	17.50	16.90	16.71	2.1
22/02/2020	23:58:57	15.80	17.40	16.90	16.71	2.1
23/02/2020	00:08:57	15.80	17.30	16.80	16.61	2.3
23/02/2020	00:18:57	15.80	17.30	16.80	16.61	2.3
23/02/2020	00:28:57	15.70	17.30	16.70	16.51	2.3
23/02/2020	00:38:57	15.70	17.30	16.70	16.51	2.3
23/02/2020	00:48:57	15.70	17.20	16.60	16.41	2.7
23/02/2020	00:58:57	15.60	17.10	16.50	16.31	2.7
23/02/2020	01:08:57	15.50	16.90	16.50	16.31	2.3
23/02/2020	01:18:57	15.40	17.00	16.40	16.21	2.3
23/02/2020	01:28:57	15.20	16.90	16.40	16.21	1.9
23/02/2020	01:38:57	15.10	16.80	16.30	16.11	1.9
23/02/2020	01:48:57	15.00	16.60	16.30	16.11	1.7

23/02/2020	01:58:57	14.80	16.30	16.20	16.01	1.6
23/02/2020	02:08:57	14.70	16.20	16.10	15.91	1.6
23/02/2020	02:18:57	14.60	16.20	16.00	15.81	1.6
23/02/2020	02:28:57	14.50	16.20	16.00	15.81	1.5
23/02/2020	02:38:57	14.50	16.20	15.90	15.71	1.6
23/02/2020	02:48:57	14.50	16.20	15.80	15.61	1.7
23/02/2020	02:58:57	14.40	16.20	15.80	15.61	1.6
23/02/2020	03:08:57	14.40	16.20	15.70	15.51	1.7
23/02/2020	03:18:57	14.40	16.20	15.70	15.51	1.7
23/02/2020	03:28:57	14.40	16.20	15.60	15.41	1.9
23/02/2020	03:38:57	14.40	16.00	15.60	15.41	1.9
23/02/2020	03:48:57	14.50	15.80	15.60	15.41	2.1
23/02/2020	03:58:57	14.60	15.60	15.50	15.31	2.7
23/02/2020	04:08:57	14.60	15.40	15.40	15.21	3.1
23/02/2020	04:18:57	14.60	15.20	15.40	15.21	3.1
23/02/2020	04:28:57	14.60	15.10	15.30	15.11	3.7
23/02/2020	04:38:57	14.60	15.20	15.20	15.01	4.6
23/02/2020	04:48:57	14.50	15.20	15.10	14.91	4.6
23/02/2020	04:58:57	14.50	15.20	15.00	14.81	6.1
23/02/2020	05:08:57	14.50	15.20	15.00	14.81	6.1
23/02/2020	05:18:57	14.40	15.20	14.90	14.71	6.1
23/02/2020	05:28:57	14.40	15.40	14.90	14.71	6.1
23/02/2020	05:38:57	14.40	15.50	14.90	14.71	6.1
23/02/2020	05:48:57	14.30	15.50	14.80	14.61	6.1
23/02/2020	05:58:57	14.30	15.50	14.80	14.61	6.1
23/02/2020	06:08:57	14.30	15.50	14.80	14.61	6.1
23/02/2020	06:18:57	14.30	15.60	14.80	14.61	6.1
23/02/2020	06:28:57	14.30	15.60	14.80	14.61	6.1
23/02/2020	06:38:57	14.90	15.60	14.80	14.61	6.6
23/02/2020	06:48:57	14.90	15.80	14.70	14.51	4.9
23/02/2020	06:58:57	14.90	15.80	14.80	14.61	6.6
23/02/2020	07:08:57	14.90	16.20	14.80	14.61	6.6
23/02/2020	07:18:57	14.90	16.60	14.80	14.61	6.6
23/02/2020	07:28:57	15.10	17.10	14.80	14.61	3.9
23/02/2020	07:38:57	15.60	18.10	14.90	14.71	7.0
23/02/2020	07:48:57	15.90	18.00	15.00	14.81	7.0
23/02/2020	07:58:57	16.20	17.10	15.10	14.91	1.5
23/02/2020	08:08:57	16.50	16.90	15.20	15.01	1.3
23/02/2020	08:18:57	16.70	18.10	15.20	15.01	1.1
23/02/2020	08:28:57	16.90	18.20	15.30	15.11	1.1
23/02/2020	08:38:57	17.00	19.10	15.50	15.31	1.1
23/02/2020	08:48:57	17.20	20.80	15.60	15.41	1.1
23/02/2020	08:58:57	17.40	20.20	15.90	15.71	1.1
23/02/2020	09:08:57	17.60	20.20	16.10	15.91	1.1
23/02/2020	09:18:57	17.70	21.30	16.30	16.11	1.2
23/02/2020	09:28:57	18.20	20.60	16.60	16.41	1.1

U. PROMEDIO: 2.0


ESPESOR DE PLACA: 0.025 mm

CONDUCTIVIDAD YESO / CABUYA 0.110 W/mK °C

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Cristian Andrés Ordóñez Crespo** portador de la cédula de ciudadanía N° 0105864821. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Elaboración de un panel prefabricado de yeso con fibras naturales, como alternativa para acabado de la construcción de cielo raso y paredes”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 27 de Julio de 2020

F: 
Cristian Andrés Ordóñez Crespo
0105864821