



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**INVENTARIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A BASE DE PÁNELES
PREFABRICADOS, NORMALIZACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA SU
CARACTERIZACIÓN**

Anaite Orellana Portillo

Asesorado por el Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz

Guatemala, noviembre de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INVENTARIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A BASE DE PÁNELES
PREFABRICADOS, NORMALIZACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA SU
CARACTERIZACIÓN**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:

ANAITE ORELLANA PORTILLO

ASESORADO POR EL ING CIVIL FRANCISCO JAVIER QUIÑONEZ DE LA
CRUZ

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García de Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

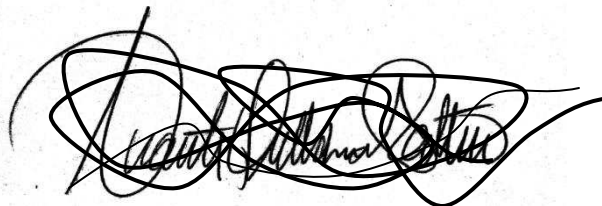
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañon López
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**INVENTARIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A BASE DE PÁNELES
PREFABRICADOS, NORMALIZACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA SU
CARACTERIZACIÓN,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 14 de abril de 2008.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Anaite Orellana Portillo', written over a faint, circular stamp or watermark.

ANAITE ORELLANA PORTILLO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser el principio y fin de todas nuestras preguntas.

A mis papás, Patricia Portillo y Jorge Mario Orellana, por ser cada quien a su manera, una fuente de apoyo inagotable.

A mi hermana, Ana Lucia Orellana, sin cuyas palabras sinceras y acertadas no hubiera sido posible enfocarme.

A Fernando Duarte a quien le debo la mayor parte de este logro, por sus palabras de aliento y apoyo incondicional.

A Mi familia, quienes me apoyaron y me alentaron a alcanzar esta meta tan anhelada, y sin quienes este logro sería en vano.

A Mis amigos que son la familia que uno escoge y siempre estuvieron en los momentos de éxitos así como en los momentos difíciles de esta carrera.

A Mis profesores sin cuyo interés por la enseñanza y explicaciones concisas no se hubiera alcanzado esta meta.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización y culminación de este logro; simplemente Gracias.

Todo lo que somos es el resultado de lo que hemos pensado; está fundado en nuestros pensamientos y está hecho de nuestros pensamientos.

Buda (563 AC-486 AC).



Guatemala, 27 de octubre de 2 009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

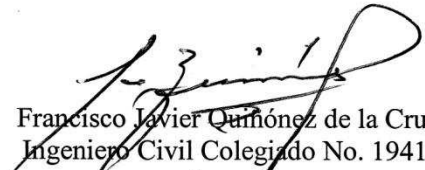
Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación **“Inventario de sistemas constructivos a base de paneles prefabricados, normalización y procedimientos para su caracterización”**, realizado por la estudiante universitaria **Anaité Orellana Portillo**, quien contó con la asesoría del suscrito.

Considero que el trabajo realizado por la estudiante **Orellana Portillo**, cumple con los objetivos para los cuales fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
Ingeniero Civil Colegiado No. 1941
Asesor

Cc archivo



Guatemala, 27 de octubre de 2 009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

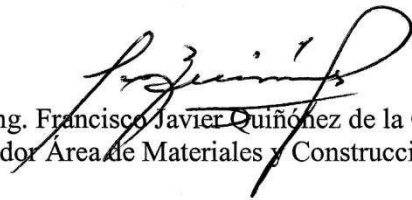
Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación **“Inventario de sistemas constructivos a base de paneles prefabricados, normalización y procedimientos para su caracterización”**, realizado por la estudiante universitaria **Anaité Orellana Portillo**, quien contó con la asesoría del suscrito.

Considero que el trabajo realizado por la estudiante **Orellana Portillo**, cumple con los objetivos para los cuales fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Francisco Javier Quiñón de la Cruz
Coordinador Área de Materiales y Construcciones Civiles



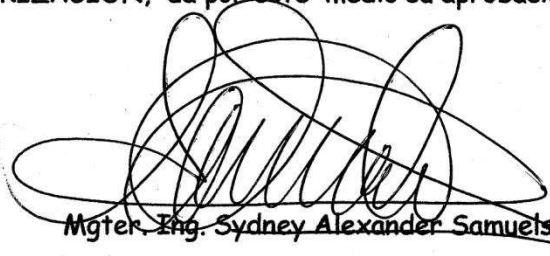
FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES
USAC

Cc archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles, Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación de la estudiante Anaité Orellana Portillo, titulado INVENTARIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A BASE DE PÁNELES PREFABRICADOS, NORMALIZACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA SU CARACTERIZACIÓN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2009

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.529.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **INVENTARIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A BASE DE PÁNELES PREFABRICADOS, NORMALIZACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA SU CARACTERIZACIÓN**, presentado por la estudiante universitaria **Anaité Orellana Portillo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2009



/gdech

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. PÁNELES PREFABRICADOS	
1.1 Panel.....	1
1.2 Aplicaciones.....	3
1.2.1 Páneles prefabricados ligeros.....	3
1.2.2 Páneles prefabricados medios.....	3
1.2.3 Páneles prefabricados pesados.....	4
2. NORMAS APLICABLES PARA ENSAYOS	
2.1 Esquema de las normas técnicas que rigen a Guatemala.....	5
2.2 Normas que influyen en Guatemala.....	8
2.2.1 Organización internacional para la estandarización ISO	8
2.2.2 Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT).....	9
2.2.3 Comisión de Normas Guatemaltecas (COGUANOR).....	10
2.3 Normas aplicables a paneles prefabricados y sistemas constructivos	16
2.3.1 American Society for testing and Materials (ASTM).....	17
2.3.1.1 Normas de esfuerzo.....	18
2.3.1.2 Normas generales de seguridad.....	20
2.3.1.3 Normas generales de mantenimiento.....	24
2.3.1.4 Normas generales de confort y habitabilidad.....	25

3. ENSAYOS

3.1 Procedimiento de prueba según normas de esfuerzo.....	29
3.1.1 ASTM E 72-05 Ensayo de esfuerzo en paneles prefabricados....	29
3.1.2 ASTM E 695-05 Medición de la resistencia al impacto de paredes, pisos y techos	40

4. INVENTARIO DE PÁNELES PREFABRICADOS LIVIANOS

4.1 Información de paneles, extraído de páginas de internet, cuyos sistemas se encuentran a la venta en varios países.....	45
4.1.1 Algopan ventilado.....	45
4.1.2 Panel Sándwich con polietileno como aislante.....	46
4.1.3 Panel Sándwich con lana roca como aislante.....	47
4.1.4 Panel Cannabric	48
4.1.5 Panel delgado de hormigón.....	49
4.1.6 Placa Alveolar.....	50
4.1.7 Placa Termacol.....	51
4.1.8 Placa Farlap.....	52
4.1.9 Viga tubular.....	53
4.1.10 Placa Save.....	54
4.2 Información de paneles, extraído de trabajos de graduación, o que están fase de experimentación.....	55
4.2.1 Paneles a base de yeso.....	55
4.2.2 Paneles de cartón corrugado	56
4.2.3 Paneles de concreto liviano reforzado con fibras de maguey.....	57
4.2.4 Paneles de concreto liviano con refuerzo de bambú.....	58
4.2.5 Paneles de madera y bambú.....	60
4.2.6 Panel reticart.....	60
4.2.7 Loseta de estopa de coco (cielo falso).....	61

5. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS PÁNELES

5.1 Máquina para la fabricación de tableros de hormigón prefabricado....	65
5.2 Proceso de fabricación de placas de. yeso laminado.....	69
5.3 Proceso de producción de placas alveolares.....	72
5.4 Principios de producción de los paneles Sándwich	74
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Esquema de organización de normas.....	5
2	Estructura organizacional de COGUANOR.....	13
3	Proceso de elaboración de normas técnicas guatemaltecas.....	15
4	Niveles de normalización para Guatemala.....	16
5	Ensayo de carga a compresión en especímenes de paredes.....	31
6	Ensayo de carga transversal en especímenes de paredes.....	33
7	Aparato para la carga transversal uniformemente distribuida.....	34
8	Ensayo de carga concentrada.....	35
9	Marco estándar de madera.....	37
10	Ensamblaje del marco.....	38
11	Ensayo al impacto (espécimen horizontal).....	41
12	Ensayo de impacto espécimen vertical).....	43
13	Algoipan ventilado.....	45
14	Panel sándwich con polietileno como aislante.....	47
15	Panel sándwich con lana roca como aislante.....	47
16	Panel Cannabric.....	49
17	Panel delgado de hormigón.....	50
18	Placa alveolar.....	51
19	Placa Termacol.....	52
20	Placa Farlap.....	53
21	Viga tubular.....	53
22	Panel Save.....	54
23	Páneles a base de yeso.....	56

24	Panel de cartón corrugado.....	57
25	Bastidores con 3 tipos de armado de fibra de maguey.....	58
26	Armado de refuerzo de Bambú.....	59
27	Panel de madera y bambú.....	60
28	Panel Reticart.....	61
29	Loseta o cielo falso de estopa de coco.....	63
30	Máquina para la fabricación de tableros de hormigón prefabricado.....	68
31	Silo de 300 TN para almacenaje de yeso triturado.....	69
32	Aplicación de escayola en lámina de cartón	71
33	Corte de placas de yeso.....	71
34	Tolva y máquina extrusora para fabricar placas alveolares.....	72
35	Cortadora adiamantada de placas alveolares.....	73
36	Máquina limpiadora de paneles alveolares.....	74
37	Esquema para la producción continua de páneles sándwich.....	77

GLOSARIO

Burocracia	Organización regulada por normas que establecen un orden racional para distribuir y gestionar los asuntos que le son propios
Compresometro	Aparato que mide la compresión de un elemento sometido a esfuerzo
Contrachapado	Dicho de un tablero: Formado por varias capas finas de madera encoladas de modo que sus fibras queden entrecruzadas
Deflectómetro	Aparato que mide la deflexión de un elemento sometido a esfuerzo.
Friabilidad	Que se desmenuza fácilmente
Impedancia	Relación entre la magnitud de una acción periódica y la de la respuesta producida en un sistema físico.
Metalografía	Estudio de la estructura, composición y propiedades de los metales y de sus aleaciones.
Pandeo	En la construcción, flexión de un elemento provocada por una compresión lateral
Polietileno	Polímero preparado a partir de etileno. Se emplea en la fabricación de envases, tuberías, recubrimientos de cables, objetos moldeados, etc.

RESUMEN

Los páneces prefabricados han cobrado una importancia a nivel mundial en las últimas décadas, y gran parte se debe a su versatilidad para la puesta en obra. Ahorran espacio de construcción, agilizan tiempo de entrega de obras, y resultan ser más económicos que los sistemas tradicionales.

Para estudiar, desarrollar y mejorar los paneles prefabricados, es necesario comprender el significado de un “panel prefabricado” y que tipos de estos existen; así como también cuando se considera a un sistema como prefabricado y a otro como fabricado “in situ”. Es necesario para el interesado en este tema, tener bien claros estos conceptos y no cometer errores a la hora de clasificar productos constructivos.

Con la creciente demanda de vivienda en el país, nació la necesidad de desarrollar sistemas alternos y novedosos de construcción, como tal existe la incertidumbre de cómo se desarrollará comparado con otros materiales de construcción ya usados en nuestro medio. Pues para responder a esa incógnita se desarrolla en este trabajo de graduación, toda la información relacionada con la normalización y ensayos aplicados a páneces prefabricados.

A cualquier sistema constructivo novedoso que se ensaya en laboratorios, es necesario desarrollar maquinaria y sistemas de fabricación para poder industrializar el producto y que pueda suplir la demanda del mercado, para ello se ha hecho una recopilación de maquinaria de fabricación de paneles prefabricados. Dichas máquinas son diseñadas para páneces en específico y el objetivo es poder suplir demandas de producción. Llegando a formar una línea de producción.

Se deja abierta las posibilidades de desarrollar sistemas de paneles prefabricados novedosos y versátiles, para que el investigador interesado tenga en este trabajo de graduación, una guía de los puntos a tomar en cuenta para poder desarrollar sistemas constructivos a base de paneles prefabricados.

OBJETIVOS

- **General**

Poder brindar una guía de trabajo para el desarrollo de estudios de paneles prefabricados, y así lograr desarrollar sistemas novedosos de construcción que sean funcionales y estructuralmente seguros para la habitabilidad.

- **Específicos**

1. Crear una base de datos de los pánels prefabricados que existen en el mercado para que el investigador interesado tenga un punto de partida en el desarrollo de nuevos métodos constructivos a base de paneles prefabricados
2. Poner al alcance del investigador una serie de normas y ensayos estructurales, de seguridad, confortabilidad y mantenimiento de paneles prefabricados, para que desarrolle nuevos métodos constructivos, que sean óptimos para el ser humano.
3. Hacer una breve descripción de la producción en cadena de los paneles prefabricados para que se pueda desarrollar maquinaria novedosa en torno a las necesidades que presente el investigador en cuanto al desarrollo en serie de los nuevos métodos constructivos

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores desafíos que se enfrenta como ingeniero civil, es el tiempo de entrega de obras en la construcción y su costo, ya que siempre se intenta hacer una obra civil lo mas económica y rápida posible, por ello un sistema que responde muy bien a estas demandas son los prefabricados en general; y en el campo de cerramientos los paneles prefabricados han tenido un desarrollo enorme en los últimos años. Son tan versátiles por su limpieza en obra, su rapidez de colocación, sus mecanismos de montaje, etc. Los hacen un material importante en la construcción.

Como todo sistema constructivo versátil siempre se le quiere mejorar, por ello se ha desarrollado en el área de Prefabricados de la Universidad de San Carlos, la modalidad de diseñar, ensayar, y desarrollar páneles reforzados con material de diversa índole.

Y así nace la necesidad de este trabajo que nos enfoca a desarrollar definiciones generales de páneles, las normas aplicables a páneles, sus ensayos, que tipos de páneles se han desarrollado y por último la fabricación en serie de dichos páneles. Todo ello con el objetivo de mejorar los sistemas constructivos ya existentes y a su vez desarrollar nuevos sistemas de prefabricados.

El lector encontrará dentro de estas páginas una amplia gama de información de normas y ensayos, que se basan en la ASTM; ya que no contamos con la suficiente normalización guatemalteca al respecto; y así como también diseños de maquinaria novedosos de industria de prefabricados.

1. PÁNELES PREFABRICADOS

Los prefabricados en general han ganado gran aceptación en los últimos años dentro del ramo de la construcción; abarcando una amplia gama de elementos constructivos, que van desde tableros de madera y contrachapados hasta paneles de concreto pretensado y pos tensado.

Para no caer en confusiones de términos, se define “*Panel Prefabricado*”; como sigue:

1.1 Panel

Según la norma técnica colombiana Norma Técnica Colombiana 2446 (**NTC 2446**), la definición de “Panel” se lee como: “*elemento prefabricado que se utiliza para construir divisiones verticales en interior o exterior de las viviendas y otras edificaciones. Debe ser manejable como una sola pieza y su dimensión menor debe ser por lo menos 10 veces mayor que su espesor*”.

Esto básicamente coincide con la definición que manejan otras normas latinas y la norma estadounidense **American Society for Testing and Materials (ASTM)**, por lo tanto se puede tomar esta definición como la más general a la hora de referirnos a paneles prefabricados.

Pero dentro de la investigación del tema, se encuentra que los “páneos” se utilizan también para techos y pisos, e incluso la **ASTM** se encuentran normas de ensayos para páneos de techos y pisos, por ello se debería agregar a esta definición:

“Elemento prefabricado que se utiliza para construir divisiones verticales, cerramientos de cubiertas y pisos, en el interior o exterior de las viviendas y otras edificaciones”

Se define, “prefabricado” a *un conjunto de materiales que habiéndose fabricado previamente, van a formar parte de una construcción.*

Pero esta definición no abarca el hecho de que la prefabricación es un proceso en serie, o hasta industrial, (dependiendo del volumen de elemento generado), y que generalmente este proceso se lleva a cabo en un lugar diferente a la obra.

Por lo que la definición más completa para “PÁNELES PREFABRICADOS” sería:

“Elemento constructivo que se fabrica en serie o industrialmente en una planta de procesos, para luego ser transportado y montado en obra para el cerramiento vertical y horizontal en interior o exterior, de viviendas y otras edificaciones”

1.2 Aplicaciones:

- Para su aplicación se consideran 3 tipos de prefabricación: .¹
- Prefabricación ligera: Es la que no necesita una maquinaria de manejo, para trabajar el montaje de los elementos, cuyo peso no sobrepase las 1100 libras, no importando el tamaño o volumen de los mismos.
- Prefabricación media: para elementos no mayores de 2200 libras.
- Prefabricación pesada: para elementos mayores a las 2200 libras

Para su aplicación, los páneles cubren una amplia gama de necesidades tales como:

1.2.1 Páneles prefabricados ligeros:

Cubiertas, techos, cielos falsos
Muros divisorios internos (sin carga)
Cubiertas de pisos
Decoración
Muebles
Cielos falsos

1.2.2 Páneles prefabricados medios:

Muros divisorios para exteriores
Cerramientos de bodegas, comercio, edificios, etc.

¹ Documento “ Qu  es al prefabricación?” folio 1072, facultad de Arquitectura USAC, se desconoce autor y año.

1.2.3 Páneles prefabricados pesados:

Muros de contención

Entrepisos de edificaciones

Puentes y pasos a desnivel, etc.

El enfoque principal en este trabajo, se hará para paneles ligeros

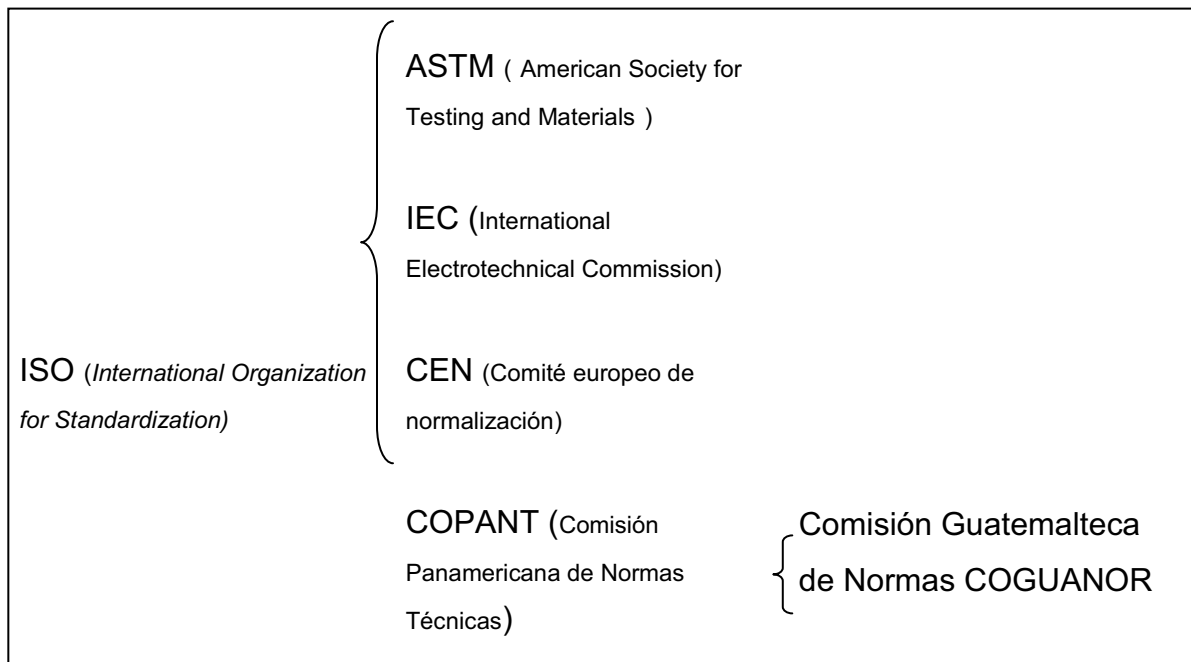
2. NORMAS APLICABLES PARA ENSAYOS

Actualmente, cualquier producto de construcción que sale al mercado, debe cumplir con normas nacionales (si las hubiera) e internacionales de seguridad, confort y habitabilidad como mínimo. Para ello se ha investigado qué normas sigue Guatemala para proceder a ensayar materiales de construcción y paneles prefabricados, así como también los sistemas constructivos a base de paneles prefabricados. Y se ha llegado a lo siguiente:

2.1 Esquema de las normas técnicas que rigen a Guatemala

El nivel de normalización que rigen a Guatemala se esquematiza en la figura 1:

Figura 1. Esquema de organización de normas



COPANT está integrado por:

Miembros activos de COPANT:

- IRAM (Argentina) Instituto Argentino de Racionalización de Materiales
- BNSI (Barbados) Barbados National Standards Institute
- IBNORCA (Bolivia) Instituto Boliviano de Normalización y Calidad
- ABNT (Brasil) Asociación Brasileña de Normas Técnicas
- SCC (Canada) Standards Council of Canada
- INN (Chile) Instituto Nacional de Normalización
- ICONTEC (Colombia) Instituto Colombiano de Normas Técnicas
- INTECO (Costa Rica) Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
- NC (Cuba) Comité Estatal de Normalización
- INEN (Ecuador) Instituto Ecuatoriano de Normalización
- CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
- ANSI (Estados Unidos) American National Standards Institute
- GDBS (Grenada) Grenada Bureau of Standards
- COGUANOR (Guatemala) Comisión Guatemalteca de Normas
- GNBS (Guyana) Guyana National Bureau of Standards
- COHCIT (Honduras) Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología
- BSJ (Jamaica) Bureau of Standards Jamaica
- DGN (México) Dirección General de Normas
- MIFIC (Nicaragua) Ministerio de Fomento, Industria y Comercio
- COPANIT (Panamá) Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.
- INTN (Paraguay) Instituto Nacional de Tecnología y Normalización
- INDECOPI (Perú) Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual

- DIGENOR (República Dominicana) Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad
- SLBS (Santa Lucía) Saint Lucia Bureau of Standards
- TTBS (Trinidad y Tobago) Trinidad and Tobago Bureau of Standards
- UNIT (Uruguay) Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
- FONDONORMA (Venezuela) Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad

Miembros adherentes de COPANT

- DIN (Alemania)
- SA (Australia)
- IAAC Cooperación Interamericana de Acreditación
- AENOR (España)
- AFNOR (Francia)
- UNI (Italia)
- IPQ (Portugal)
- SABS (Sur Africa)

CEN está integrado por:

- DIN (Alemania)
- ÖN (Austria)
- IBN (Bélgica)
- DS (Dinamarca)
- AENOR (España)
- SFS (Finlandia)

- AFNOR (Francia)
- ELOT (Grecia)
- NNI (Holanda)
- NSAI (Irlanda)
- STRI (Islandia)
- UNI (Italia)
- ITM (Luxemburgo)
- NSF (Noruega)
- IPQ (Portugal)
- BS (Reino Unido)
- SIS (Suecia)
- SNV (Suiza)

2.2 Normas que influyen en Guatemala:

2.2.1 Organización Internacional para la Estandarización o ISO

Del griego *iso*, “igual”, y cuyo nombre en inglés se interpreta como *International Organization for Standardization*, que nace después de la Segunda Guerra Mundial, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales **a excepción de la eléctrica y la electrónica**. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.

La ISO es una red de los institutos de normas nacionales de 160 países, sobre la base de un miembro por país, con una Secretaría Central en Ginebra,

Suiza, que coordina el sistema. La Organización Internacional de Normalización (ISO), con base en Ginebra, Suiza, está compuesta por delegaciones gubernamentales y no gubernamentales subdivididos en una serie de subcomités encargados de desarrollar las guías que contribuirán al mejoramiento ambiental.

Las normas desarrolladas por ISO son voluntarias, comprendiendo que ISO es un organismo no gubernamental y no depende de ningún otro organismo internacional, por lo tanto, no tiene autoridad para imponer sus normas a ningún país. Su el propósito de facilitar el comercio, facilitar el intercambio de información y contribuir con unos Estándares comunes para el desarrollo y transferencia de tecnologías.

La Organización ISO está compuesta por tres tipos de miembros:

Miembros natos, uno por país, recayendo la representación en el organismo nacional más representativo.

Miembros correspondientes, de los organismos de países en vías de desarrollo y que todavía no poseen un comité nacional de normalización. No toman parte activa en el proceso de normalización pero están puntualmente informados acerca de los trabajos que les interesen.

Miembros suscritos, países con reducidas economías a los que se les exige el pago de tasas menores que a los correspondientes.

Guatemala forma parte de esta normativa como un **MIEMBRO CORRESPONDIENTE**.

2.2.2 Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT)

La Comisión Panamericana de Normas Técnicas, (COPANT), con sede en Caracas Venezuela, es una asociación civil sin fines de lucro. Funciona con plena autonomía y sin término de duración.

Los fines de COPANT son promover el desarrollo de la normalización técnica y actividades relacionadas en sus países miembros, con el fin de impulsar su desarrollo comercial, industrial, científico y tecnológico. COPANT busca para sus miembros el beneficio de la integración económica y comercial, del intercambio de bienes y servicios y de facilitar la cooperación en las esferas intelectual, científica, económica y social. También estimula la adopción y elaboración de normas, así como la participación de sus miembros en el proceso. Especifica claramente que con el fin de evitar duplicidad en trabajos, se puede adoptar normas internacionales y regionales e ingresarlas a su catálogo de normas.

2.2.3 Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR)

COGUANOR es la entidad encargada de regularizar y adoptar las normas que rigen la producción de cualquier producto guatemalteco, que va desde la industria alimenticia, hasta la del calzado.

La normalización en Guatemala se analiza en tres etapas que responden a procesos económicos relevantes a nivel regional y mundial.

La primera etapa se inicia a partir del año 1956 con la creación del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial –ICAITI-, que surgió como una necesidad del modelo de desarrollo que caracterizó a la región. Después de varias décadas de trabajar apoyando a la industria y el comercio, el ICAITI dejó de funcionar en el año 1998 debido a problemas económicos de los cinco países.

La segunda etapa se marca a partir del año 1962 con la creación de la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- por medio del Decreto No. 1523. Se considera una Ley con mucha visión y contenido técnico que se anticipó a los problemas económicos que posteriormente tendrían los países centroamericanos y que culminarían con el cierre definitivo del ICAITI. En esta etapa se reconoce el gran aporte que brindó la normativa nacional a la industria y el comercio; así como a consumidores y al ambiente. La ausencia de una cultura de calidad en el país, justificó en esta época la elaboración de normas cuyo cumplimiento fue obligatorio y que se apoyó en la inspección y verificación del ente regulador correspondiente.

La tercera etapa comienza a partir de diciembre de 2005, en donde la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- pasa a formar parte del Sistema Nacional de la Calidad, mediante la publicación del Decreto 78-2005 “Ley del Sistema Nacional de la Calidad” de fecha 08 de diciembre 2005. Dentro de los cambios fundamentales de las funciones de COGUANOR está el hecho pasar a elaborar únicamente normas técnicas, cuya característica primordial es el ***cumplimiento voluntario***; cumpliendo de esta manera con los compromisos adquiridos con la Organización Mundial del Comercio –OMC- en apoyo a la globalización de la economía y de los diferentes tratados comerciales internacionales suscritos por el país. ***Por ser una Ley muy reciente aún no se tiene el Reglamento respectivo que permita su total aplicación.***

Normativa técnica de Guatemala Se entiende como normativa técnica, en el ámbito de la construcción, el conjunto de especificaciones de carácter técnico que rigen o se aplican a esta actividad. Existe una normativa técnica relativa a las características de los productos de construcción, métodos de ensayo para verificación de esas características, procedimientos de proyecto, ejecución, control y mantenimiento de obras, etc.

Pero no se encuentran normas relacionadas con ensayos de materiales ni procesos de clasificación de los mismos.

Clasificación de la Normativa Técnica: Atendiendo a su valor legal, la normativa técnica se clasifica en dos grupos:

Voluntaria: especificaciones técnicas que pueden ser aplicadas o no, facultativamente, por quién debe realizar la correspondiente actividad.

Obligatoria: especificaciones técnicas que en virtud de una disposición legal o de lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas particulares del correspondiente contrato, deben ser aplicadas por quien realiza la correspondiente actividad.

La actividad de normalización en el país se realizó por espacio de cuarenta y cuatro años de conformidad con lo que establece el artículo 5. Del Decreto No. 1523 “Ley de Creación de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR”, que indica que las normas elaboradas y aprobadas serían de dos categorías: Normas Guatemaltecas Recomendadas (NGR) y Normas Guatemaltecas Obligatorias (NGO).

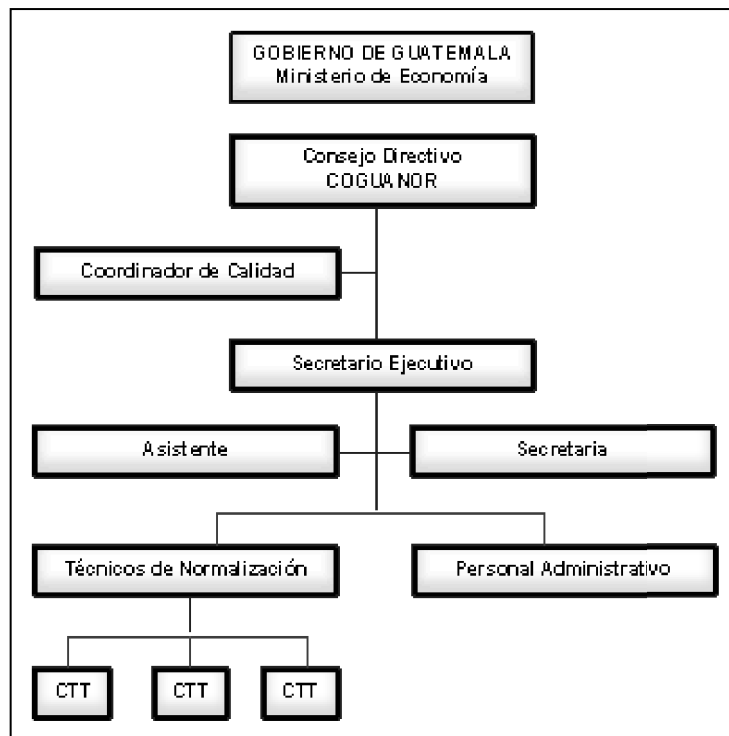
Las normas NGR hacían referencia a las normas de calidad que se relacionan con la producción y venta de bienes fueron optativas para la industria y el comercio de los productos en referencia; sin embargo, fueron obligatorias para el Estado, las entidades oficiales y los organismos autónomos descentralizados, los cuales no podían comprar los productos que necesitaban si no se ceñían a las normas y especificaciones establecidas.

Las normas NGO hacían referencia o se relacionaban forzosamente con pesos y medidas, alimentos, medicinas, edificaciones y, en general a todo lo relativo a la seguridad y conservación de los bienes, de la salud y de la vida, tenían carácter obligatorio para todos los usuarios de las mismas.

Estructura organizacional de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR (Según el Decreto No. 1523)

En la organización del gobierno de Guatemala, en el Ministerio de Economía, se encuentra regulada la COGUANOR, tomando lugar como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Estructura organizacional de COGUANOR

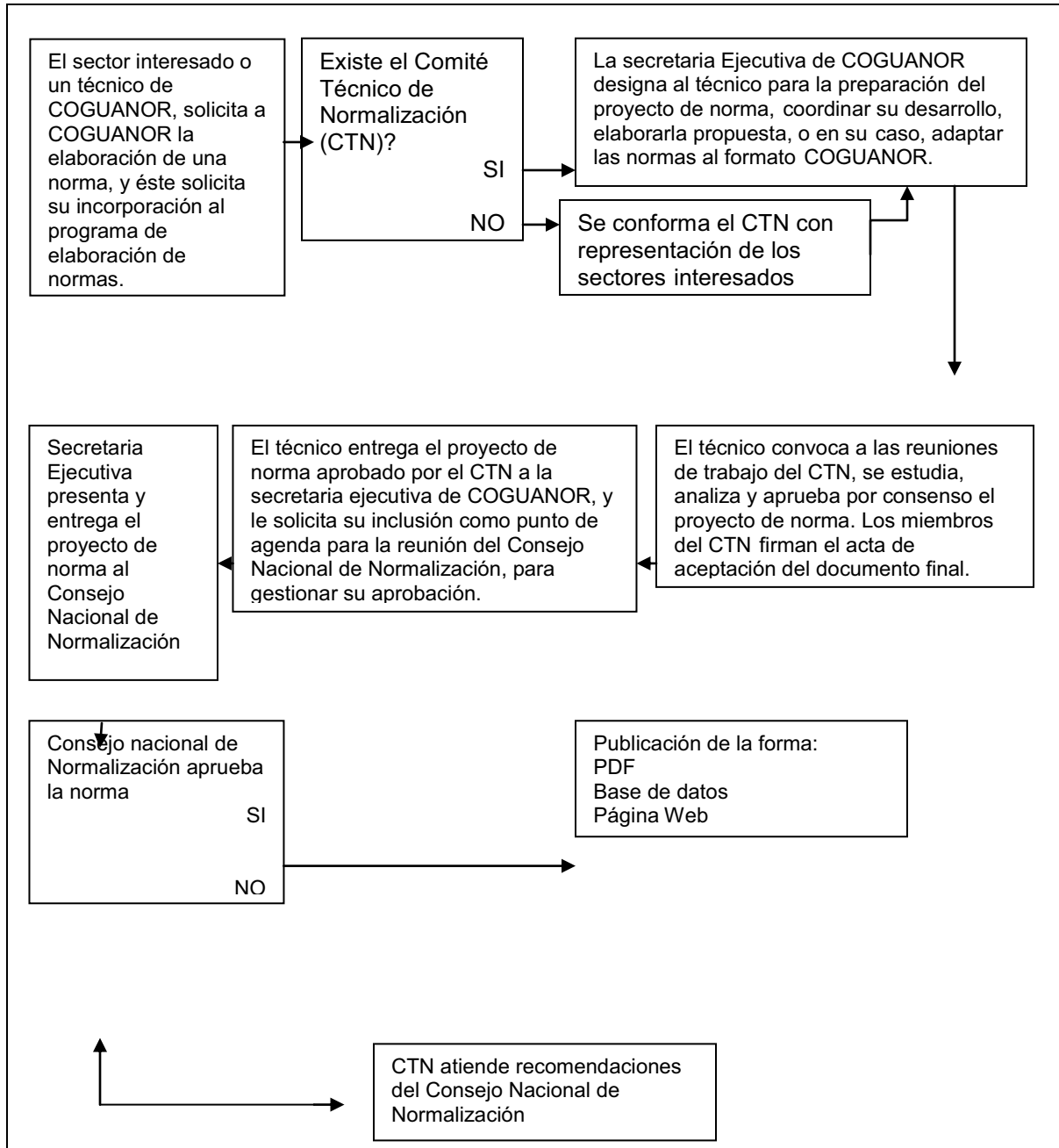


Fuente: <http://www.coguanor.org>

Diagrama de Flujo para la Adopción y la Aprobación de Normas COGUANOR (Según el Decreto No. 1523) En principio, cualquier comité interesado en generar una norma nueva, debe pasar un proceso burocrático, que va desde el consejo de COGUANOR hasta el mismo gobierno de Guatemala. Por supuesto que la norma debe estar bien fundamentada para poder ser aprobada.

La figura muestra el proceso de aprobación de una norma:

Figura 3. Proceso de Elaboración de Normas Técnicas Guatemaltecas (NTG)



Fuente: <http://www.coguanor.org>

Niveles de la normalización en Guatemala En Guatemala como se ha expresado anteriormente, existe la COGUANOR que es la entidad encargada de regular las normas y técnicas de ensayo de los materiales y sistemas que se someten a pruebas de laboratorio, pero ya que es un comité nacional relativamente nuevo, se basa casi en su totalidad en las normas ASTM aprobadas y admitidas dentro de las normas ISO, que por ser un país CORRESPONDIENTE tenemos acceso a las actualizaciones e información actual, sin ser parte activa en el proceso de normalización.

Esquemáticamente los niveles de la Normalización Técnica para Guatemala son:

Figura 4. Niveles de normalización para Guatemala

ISO	INTERNACIONAL
COPANT	CONTINENTAL
COGUANOR (antiguamente ICAITI)	NACIONAL

2.3 Normas aplicables a paneles prefabricados y sistemas constructivos

Como se ha explicado anteriormente, una de las funciones de la COPANT es evitar la duplicidad de trabajo para elaborar o adoptar una norma, y muchas de las normas referente a materiales de construcción que adopta la COPANT tiene su origen en la ASTM que es la organización enfocada desde hace más de un siglo en la elaboración de normas y ensayos para dicho tema.

2.3.1 American Society for Testing and Materials (ASTM):

Fue fundado el 16 de mayo de 1898, como *American Society for Testing and Materials*, el campo de acción de la ASTM se fue ampliando en el tiempo, pasando a tratar todos los tipos de materiales, abarcando un espectro muy amplio. Luego de la segunda guerra mundial, la cobertura de la ASTM, además de cubrir los tradicionales materiales de construcción, pasó a ocuparse de los materiales y equipos más variados, como las muestras mecanográficas, cascos para motociclistas, equipos deportivos, etc.

En el 2001 la ASTM asume su nombre actual: **ASTM International** como testimonio del interés supranacional que actualmente han alcanzado las técnicas de normalización.

La ASTM está entre los mayores contribuyentes técnicos del ISO, y mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias, con un casi monopolio en las industrias petrolera y petroquímica.

Dicho de otra manera, la ASTM colabora con las pruebas de los materiales que luego serán usados en el proceso de elaboración de mecanismos u objetos. Paralelo a esto, está la supervisión de la ANSI, lo que se podría decir que un producto sale al mercado con una doble supervisión de normas internacionales. En este punto interviene la ISO

Como se ha mencionado anteriormente, en Guatemala se aplica la normativa ASTM que es una de las más completas y que cumple con estándares internacionales. Las normas aplicables a **PÁNELES PREFABRICADOS** son:

2.3.1.1 Normas de esfuerzo:

ASMT E-72-05 "Ensayos de esfuerzo en paneles prefabricados"

"Standard Methods of Conducting Strength Test of Panels for Building Construction"

Diseño de ingeniería de las estructuras, utilizando recursos existentes o los nuevos materiales requiere precisión técnica de datos sobre la fuerza y la rigidez de los elementos básicos empleados en diversos sistemas de construcción. Es el propósito de estos métodos de prueba para proporcionar una base sistemática para la obtención de datos técnicos sobre diversos elementos de construcción y los detalles estructurales de valor para los diseñadores, constructores, funcionarios de la construcción, y otras personas interesadas en este campo. Los resultados se aproximan en el desempeño real de las cargas de servicio.

ASTM D 1037-99 "Ensayo para evaluar las propiedades de la madera – Paneles a base de Fibras y de partículas de madera"

"Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood – Base Fiber and Particle Panel Materials"

Los métodos de ensayo que se presentan han sido desarrollados y se presentan para servir a dos efectos. Se dividen en dos partes, **la parte A y B**, en función de los fines para los que están destinados. La elección entre un método de prueba y sus alternativas debe hacerse con una plena comprensión de la finalidad de cada uno, porque los valores obtenidos de los ensayos podrá,

en algunos casos, ser diferentes. De los métodos de ensayo presentado en dos partes, algunos han sido generalmente aceptados en el uso durante muchos años, algunos de ellos son modificaciones y mejoras de los métodos de prueba desarrollados anteriormente, y algunas son más recientes. En caso que los métodos de ensayo son adecuados para más de uno de los efectos, que se delinean en la parte A, pero no se repite en la Parte B. Es la intención que la referencia a la sección correspondiente del método de ensayo será suficiente en las especificaciones para los distintos materiales.

Parte A. Métodos de ensayo general para la Evaluación de las propiedades básicas de los paneles a base de fibra de madera y de partículas. Grupo de Materiales. Parte A es para su uso en la obtención de las propiedades básicas adecuadas para la comparación con los estudios de otros materiales de construcción. Estos refinados métodos de ensayo son aplicables a tal efecto a todos los materiales cubiertos por Definiciones en ASTM D 1554²

La parte B del pliego de Aceptación y métodos de ensayo para la Parte B-*tablero duro* es para uso específico para la obtención y pruebas de aceptación de los tableros duros. Estos métodos de ensayo son generalmente empleados para esos fines en la industria. Limitando su uso, tal como se indica, logrando una precisión de los resultados combinados con economía y rapidez en las pruebas, que son deseables para la especificaciones de uso.

² Ver anexos para una mejor comprensión de estas definiciones, (las definiciones están disponibles en idioma inglés únicamente)

2.3.1.2 Normas generales de seguridad:

- **Normas de incendios**

ASTM E 119 – 00 “Pruebas de Fuego de Construcciones y Materiales”

“Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials”

La respuesta de las paredes, columnas, pisos, construcción y otros miembros, en exposición al fuego es un elemento de gran importancia en la obtención de construcciones que sean seguras, y que no sean una amenaza a estructuras vecinas ni al público. Esta norma prescribe un nivel de exposición de fuego controlado y señala el alcance y la gravedad que causa el mismo a la estructura. El rendimiento se define como el período de la resistencia a la exposición estándar antes de transcurrido el primer punto crítico que se observa en el comportamiento. Los resultados son reportados en las unidades que las exposiciones pueden ser juzgados y expresados. Los métodos pueden ser citado como el "pruebas de incendios", y el rendimiento o la exposición se expresa como "2-h", "6-h", "1/2-h", etc Cuando se desea un factor de seguridad superior a la inherente y a las condiciones de ensayo, una proporción de aumento debe hacerse en el tiempo de clasificación y período.

ASTM E 108 – 04 “Ensayos de fuego para cubiertas o azotea
“Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings”

Estos ensayos se refieren a la medición de la relación de incendios de características con respecto a los revestimientos de cubiertas en fuego simulado; con origen fuera del edificio. Es aplicable a los revestimientos de cubiertas para la instalación de cualquier material combustible, incombustible o cubiertas, cuando se aplica como está previsto para usar.

Los siguientes métodos de ensayo se incluyen:

- Prueba de llama de exposición intermitente.
- Difusión de la llama de ensayo.
- Grabación de la marca de prueba.
- Prueba de la marca de parapeto.
- Prueba de lluvia.

Tres clases de prueba de fuego. La exposición se describe en:

Pruebas de la clase A son aplicables a los revestimientos de cubiertas que sean eficaces contra la dura prueba de exposición, ofrecen un alto grado de protección contra incendios en la cubierta, no escapan de la posición y no presentan un riesgo de volar una vez incendiados.

Pruebas de clase B son aplicables a los revestimientos de cubiertas que sean eficaces contra la prueba de exposición moderada, ofrecer un moderado grado de protección contra incendios en el techo de cubierta, no escapan a la posición, y no suponen un riesgo de volar una vez incendiados.

Las pruebas de clase C son aplicables a los revestimientos de cubiertas que sean eficaces contra la exposición del, ofrecen una protección a la cubierta

de techo, no escapan de la posición inicial y no presentan un riesgo de volar una vez incendiados.

La presente norma se utiliza para medir y describir la respuesta de los materiales, productos, o ensamblajes, bajo condiciones controladas de laboratorio, pero no se incorporan todos los factores necesarios para el peligro de incendio o riesgo de incendio, evaluación de los materiales, productos o ensamblajes en condiciones de incendio real.

Esta norma no pretende tratar todas las normas de seguridad, en su caso, asociados con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma a establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

El texto de esta norma, las referencias y notas de pie de página proporcionan información explicativa. Estas notas y notas a pie de página, exclusión de las tablas y figuras, no se considerados como los requisitos de esta norma.

ASTM E 84 – 04 “Ensayo para materiales de construcción, característica de fuego en la superficie”.

Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials

La prueba de fuego de respuesta estándar para la comparación del comportamiento de la quema de superficie de materiales de construcción es aplicable a las superficies expuestas, tales como paredes y techos.

La prueba se realizadas con el modelo de techo con la posición de la superficie a ser evaluada boca abajo expuesta a la fuente de ignición. El material, producto, o el ensamblaje deberá ser capaz de estar montado en la posición de ensayo durante la prueba. Así pues, la muestra deberá de ser auto soportante,

manteniéndolo en su lugar por medio de la adhesión de soportes a lo largo del espécimen o asegurándolo por la parte de atrás.

El objetivo de este método de ensayo es determinar el comportamiento relativo de la quema del material mediante la observación de la llama a lo largo de la muestra. El índice de la propagación de la llama y del humo es reportado. Sin embargo, no existe necesariamente una relación entre estas dos mediciones.

La utilización de materiales de apoyo en la parte inferior de la muestra tiene la capacidad de reducir el índice de propagación de llama de las que podrían obtenerse si el espécimen podría ser probado sin ese apoyo. Estos resultados de la prueba no necesariamente se refieren a los índices obtenidos por las pruebas de materiales, sin ese apoyo.

Pruebas de materiales que se derriten, por goteo, o despeguen de tal grado que la continuidad del frente de llama se destruye, y que resulte en los índices de baja propagación de llama no se referirán directamente a índices obtenidos por las pruebas materiales que permanecen en su lugar.

Los valores establecidos en unidades pulgada-libra deben ser considerados como estándar.

El texto de esta norma, las referencias y notas de pie de página proporcionan información explicativa. Estas notas y notas a pie de página, exclusión de las tablas y figuras, no se considerarse como requisitos de la norma.

La presente norma se utiliza para medir y describir la respuesta de los materiales, productos, y ensambles al calor y bajo llamas, en condiciones controladas, pero no por sí mismo incorporar todos los factores necesarios para riesgos de incendio o riesgo de incendio y evaluación de los materiales, productos y ensambles bajo condiciones de incendio real.

Esta norma no pretende tratar todas las normas de seguridad, en su caso, asociados con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma a establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso

2.3.1.3 Normas generales de mantenimiento:

Este apartado solo se menciona el título de la norma, queda a discreción del investigador ahondar en el tema de su interés.

- ASTM D 2017. Ensayo de laboratorio del envejecimiento acelerado de maderas
- ASTM D 1413. Ensayo de preservantes para pisos de madera.
- ASTM D 2020. Ensayo de resistencia al moho (hongo) Resistencia de papel y cartón.
- ASTM D 3273. Ensayo para residencia del crecimiento de moho en superficie de capas en interiores en una cámara ambiental.
- ASTM C 1338. Determinación de Resistencia de Hongos en Materiales de Aislamiento y Revestimientos
- ASTM E2128-01^a. Guía para evaluar filtraciones en paredes de edificios.

Dentro de los anexos de esta norma se contempla el análisis en:
Selladores

Albañilería

Ventanas y muros tipo cortina de vidrio y/o metal

Aislamiento exterior y acabados

Estuco de cemento y sistemas de azulejo

Madera y revestimientos a base de madera

Fibro cemento y paneles a base de cemento y otras partículas para sistemas de revestimiento

- Paneles prefabricados de concreto

2.3.1.4 Normas generales de confort y habitabilidad:

Dentro de las normas ASTM el volumen 04.06 especifica todas las normas relativas al aislamiento termo-acústico. De las cuales se extraen las más relevantes para paneles prefabricados en el siguiente listado:

- **Acústica:**
 - ASTM E0477-99. Ensayo para la medición del rendimiento acústico y de flujo de aire. Conducto de línea de materiales prefabricados y Silenciadores
 - ASTM C0384-04. Ensayo para impedancia y absorción de materiales acústicos por Método de Tubo de Impedancia
 - ASTM C0522-03. Ensayo para Resistencia de Corriente de aire de Materiales Acústicos

- ASTM E0580-02E01. Ensayo para la Aplicación de Sistemas de suspensión de cielo falso y fachaletas en paneles (azulejos) en áreas donde se requiere diseño sísmico.

- ASTM E1264-98R05 clasificación para productos acústicos de techos y cubiertas.

- **Térmico**

- ASTM C0163-05. Ensayo para mezclar materiales con cemento para lograr aislamiento térmico

- ASTM C0168-05. Terminología que se relaciona con aislamiento térmico

- ASTM C0177-04. Ensayo para medidas de flujo de calor y propiedades de transmisión térmica, mediante el aparato de placa de calentamiento lento.

- ASTM C0303-02. Especificaciones de dimensiones y de densidad del tablero de aislamiento térmico tipo NT y su desempeño.

- ASTM C0612-04. Especificación para bloque de fibra mineral y de la junta de aislamiento térmico

- ASTM C1304-95R01. Ensayo para evaluar la emisión de olor de materiales de aislamiento térmico

- ASTM C0367-99. Ensayo para determinar propiedades de resistencia de prefabricados arquitectónicos acústico (Azulejos o cielos falsos)

Esta norma evalúa:

- Dureza
- Friabilidad (materiales desmenuzables)
- Pandeo
- Fuerza transversal
- Precisión y tendencia

3. ENSAYOS

Es este capítulo solamente se definen los ensayos de las normas de esfuerzo para los paneles prefabricados, pero para un ensayo completo de dichos paneles se recomienda consultar las normas de confort, mantenimiento y seguridad, descritas en el capítulo 2 de este trabajo de graduación.

3.1 Procedimiento de prueba según normas de esfuerzo

3.1.1 ASMT E-72-05 "Ensayos de esfuerzo en paneles prefabricados"

"Standard Methods of Conducting Strength Test of Panels for Building Construction"

Esta norma contempla las pruebas a paneles que servirán de paredes, pisos y techos, para lo cual divide en 3 los ensayos a realizar:

Ensayo de paredes

Los procedimientos descritos son los que pondrá a prueba el comportamiento de los sectores de la pared en las condiciones de servicio. Criterio de rendimiento, basados en los datos de esos procedimientos pueden garantizar adecuación estructural y vida útil.

Ensayo a compresión:

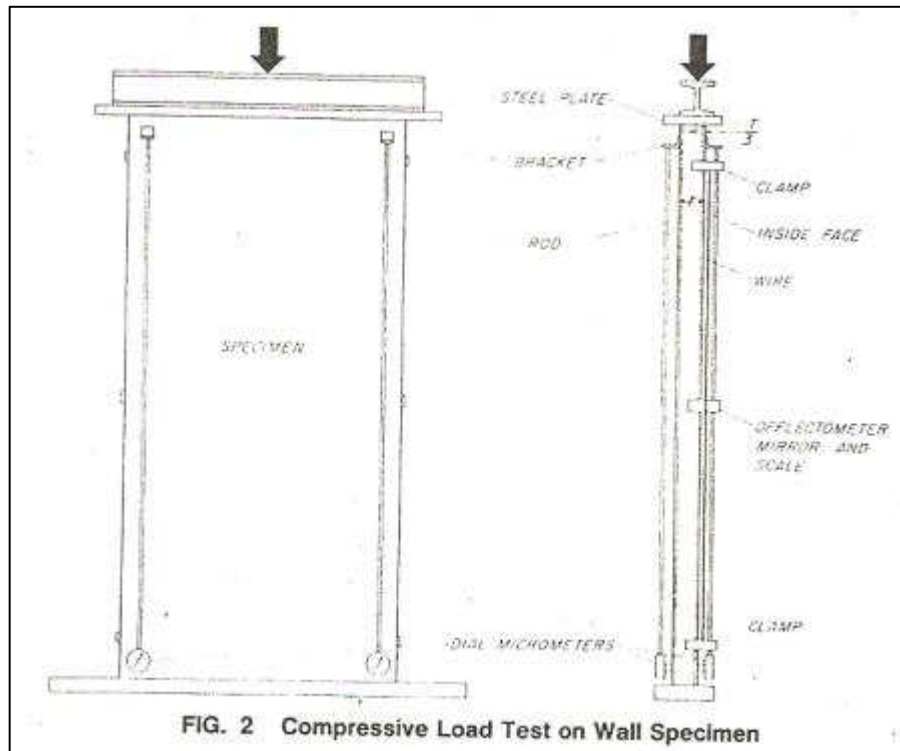
Para realizar el ensayo a compresión, se utiliza una máquina como la que se muestra en la figura 5, la cual es explicativa, mas no es clara en su forma real, por lo que al investigar sobre una máquina diseñada para tal uso, encontramos la MÁQUINA UNIVERSAL DINÁMICA, que no es más que una máquina que puede ser utilizada en diversos ensayos sísmicos.

El aparato debe cumplir al menos con: Compresometro el anaquel será conectado al espécimen cerca del final superior, apoyando una barra metálica. Un anaquel también será conectado al espécimen cerca de su final inferior, apoyando un aparato de medir desviación con el huso arriba y la longitud de la probeta será registrada. El final cónico de la barra asentará en un agujero al final del huso y la barra y el huso será sostenido en el contacto por gomas estiradas. El aparato de medir de desviación será graduado a 0.025 mm (0.001 en.) o menos.

Deflectometro: Un cable fino será conectado a una abrazadera cerca del final superior del espécimen. El final libre conectado a gomas estiradas será conectado a una abrazadera cerca del final inferior del espécimen. Un espejo en cuya mitad de la anchura hay una escala en será conectado horizontalmente al borde del espécimen en a mitad de altura La escala será graduada a 2.5 mm (0.1 en.) o menos.

Para el procedimiento, se recomienda estudiar la norma, ya que no es objetivo de este trabajo de graduación hacer una transcripción de la norma.

Figura 5. **Ensayo de carga a compresión en especímenes de paredes.**



Fuente: **ASTM E 072 05**

Ensayo de resistencia a la tracción:

El aparato destinado para esta prueba, debe ser similar al presentado en la figura 5, solo que el compresómetro se debe reemplazar por un extensómetro. Para que se pueda medir el estiramiento del espécimen.

En el procedimiento de la prueba, se indica que se debe probar el espécimen con ganchos de sujeción, si la falla se ve a lo largo de dicha sujeción, se dice que el espécimen falló en la sujeción, no así por cargas de servicio, a menos que se halla proveído de ganchos de sujeción mejorados.

Ensayo de carga transversal

Esta prueba se realiza con tres especímenes con anclajes simétricos, y seis especímenes con anclajes asimétricos, cada uno con la longitud igual a la del elemento y un ancho nominal de 1.20 mt (4ft)

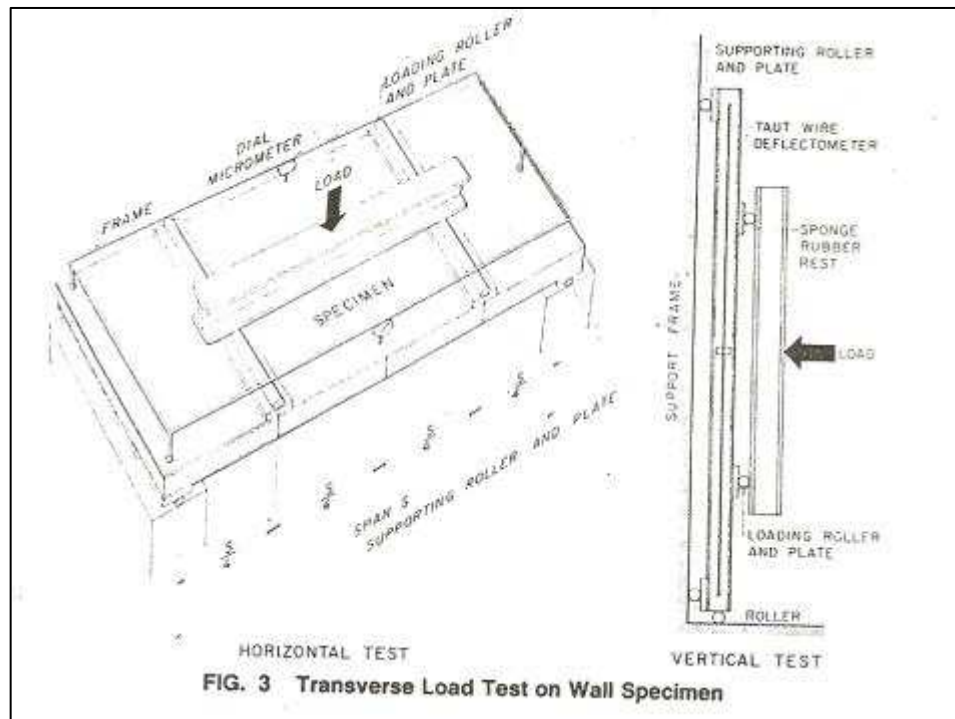
El aparato será ensamblado como se muestra en la figura 6, con soportes de acero, con una placa en medio de cada soporte y el espécimen, con un medidor de deformación puesto en la cara superior del espécimen, para prevenir deformaciones, el espécimen debe reposar en tres bolas de acero macizo y cada una soportada por un bloque de acero en la cara del espécimen, dos de estas bolas deben ir en línea vertical por encima de un soporte y la tercera por encima del otro soporte.

El procedimiento de “dos puntos” se aplica con una viga con unos 150 mm mas pequeña que el espécimen, se aplica dos fuerzas iguales aproximadamente a $\frac{1}{4}$ de distancia de cada extremo de la viga, se prueban tres especímenes por la cara exterior y tres por la cara interior. Si el espécimen es igual en sus dos caras, solo se prueban 3 especímenes.

La prueba de carga uniformemente distribuida debe considerarse una carga mayor que la utilizada en el de “dos puntos”. Esta carga se puede aplicar por presión de aire con una bolsa o en una cámara teniendo el espécimen en una cara. El método de la bolsa se muestra esquemáticamente en la figura 7. Conecte una plataforma de reacción paralela a la cara que se carga y más ancho que el modelo que los apoyos de tirantes. Coloque una

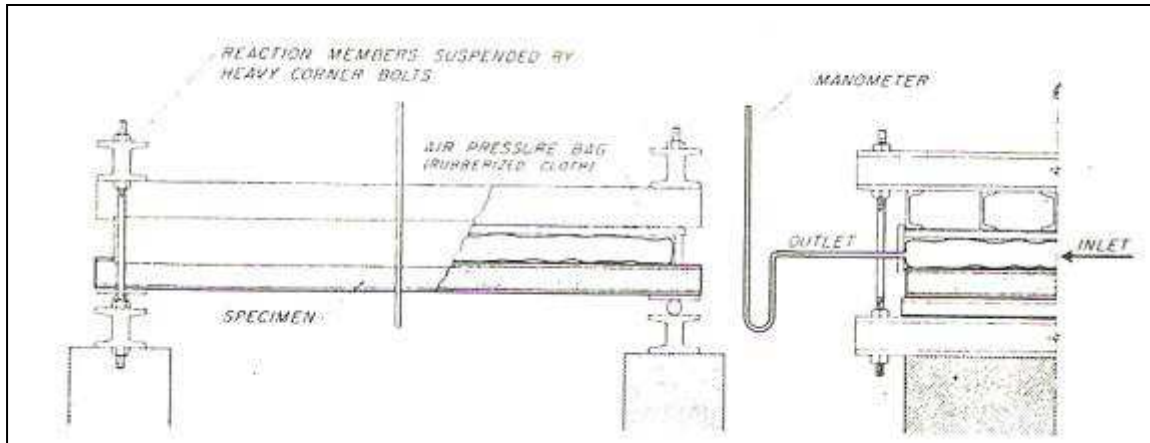
bolsa hermética de goma de tela tan amplia como la muestra. Aplicar carga transversal a la muestra por el aumento de la presión de aire en la bolsa. Medir la presión por medio de un manómetro. El agua es el líquido por lo general en el manómetro, pero la gravedad específica del líquido deberá ser tal que el error en las lecturas de la presión no exceda del 1%.

Figura. 6. **Ensayo de carga transversal en especímenes de paredes**



Fuente: ASTM E 072 05

Figura 7. **Aparato para la carga transversal uniformemente distribuida
(método de bolsa)**



Fuente: ASTM E 072 05

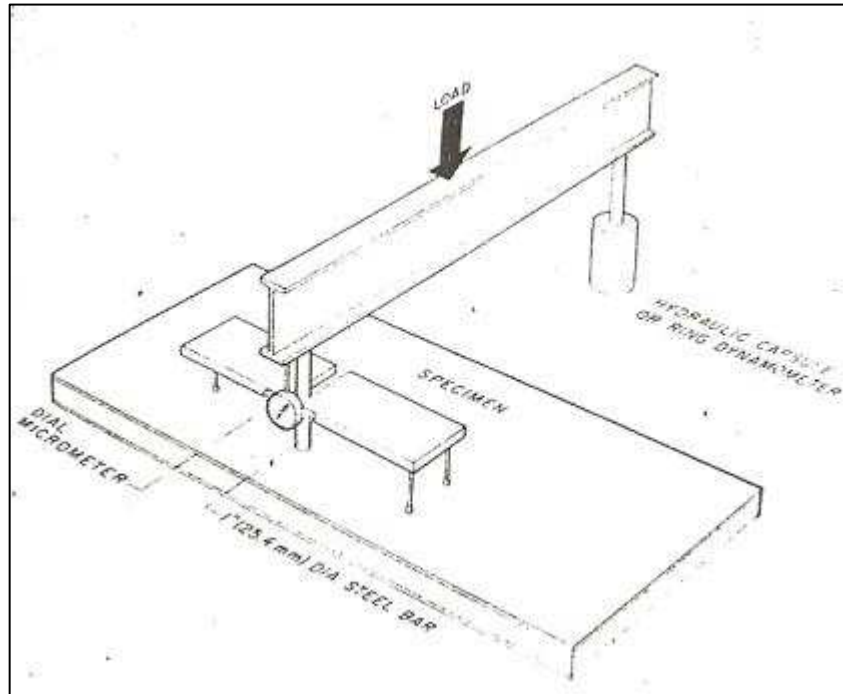
Ensayo de carga concentrada

Esta prueba se debe realizar en el mismo espécimen utilizado en la prueba de la carga transversal, y en la misma cara de dicho espécimen.

El aparato debe ser ensamblado como se muestra en la figura 84 y el aparato se describe como una viga de 1 pulgada, un micrómetro y un aparato que pueda generar una fuerza concentrada de 5 kN (1100 lbf).

Para el procedimiento se posiciona el espécimen horizontalmente a un nivel que permita la lectura del micrómetro, se debe probar la parte menos y mas reforzada respectivamente, y se debe probar a un máximo de 4.45 kN (1000 lbf). Luego se mide la profundidad de la hendidura.

Figura 8. **Ensayo de carga concentrada**



Fuente: **ASTM E 072 05**

Ensayo de panel con marco

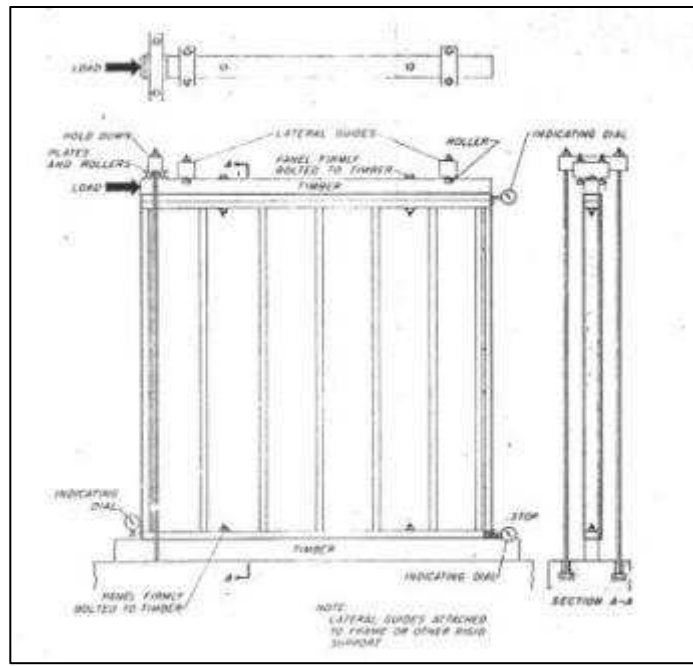
Este método de ensayo mide la resistencia de paneles, con una norma marco de madera y revestido con chapa materiales estructurales tales como tableros aislantes, madera, yeso, bordo, transite, etc, a un trasiego de carga, impuesta por los vientos en la pared orientada a 90 ° al panel. Su propósito es ofrecer un sistema fiable y procedimiento uniforme para determinar la resistencia al trasiego de carga de estos materiales comúnmente empleados en la construcción edificios. Aunque se utiliza el marco, es el enchapado el objetivo de la prueba.

El espécimen debe medir 2.4 x 2.4 m (8ft x 8ft) y el enmarcado debe ser construido como se muestra en la figura 9, y un mínimo de tres paneles debe ser probado. los marcos deben ser contruidos para cada prueba. Los miembros del marco deben ser continuos, la humedad contenida en la madera debe ser del 12 al 15% a la hora de fabricar le panel, y no debe varias más de 3% cuando se prueba el espécimen.

El aparato a utilizar debe ser como el mostrado en la figura 10, las lecturas se harán en un dinamómetro atado a cables, el marco debe estar perneado a una madera del largo del panel y no mayor del ancho del panel (89 mm o 3 ½ in) de tal manera que cuando el panel sea probado, no se bambolee ni gire sobre ningún eje, un sujetador debe ser puesto en la parte alta del espécimen. Se debe poner placas de rodamiento entre el espécimen y el sujetador para que la parte alta del espécimen se pueda deflectar horizontalmente.

La carga se aplica continuamente en todas las partes del espécimen, a un rango uniforme de movimiento del aparato de carga utilizado. La velocidad recomendada de carga debe ser de tal manera que los 3.5 kN (790 lbf) se complete en no menos de 2 minutos. Las pruebas se hacen en tres categorías, de 3.5, 7.0 y 10.5 kN. Luego de la carga de 3.5 kN, se debe quitar toda carga y cualquier deflexión residual, luego se incrementa la carga a 7.0 kN, luego se vuelve a quitar la carga y lo mismo para 10.5 kN. La carga se aplica continuamente, se hacen lecturas a cada 900 N. luego de estas pruebas, se lleva al fallo el espécimen o hasta que la deflexión del panel sea 100 mm.

Figura 10. Ensamblaje del marco



Fuente: ASTM 072 05

Carga al marco portante – evaluación de materiales de revestimiento (húmedos) en un marco estándar de madera.

Este ensayo fue desarrollado para simular el grado de humedad posible durante la construcción de una estructura, causada por la lluvia, el marco y el revestimiento 'pueden haber sido humedecidos en uno o en ambos lados. Para fines de ensayo, ambas caras del panel deben ser húmedas, porque esto representa la máxima exposición al agua.

El espécimen es igual al citado en el ensayo de panel con marco portante.

Se debe montar el espécimen de una manera vertical y suspendida de modo que escurra el agua que se le aplicará. Se debe exponer ambas caras del espécimen a una aplicación de agua en forma de Spray (no en forma de jet), de manera que primero se humedezca la parte alta del espécimen. Se debe cubrir suficientemente al espécimen, de manera que el agua logre escurrir. Se debe mantener la temperatura del agua en la boquilla del Spray a $24 \pm 3^\circ \text{C}$. se debe humedecer el espécimen por 6 horas, y luego se debe dejar secar por 18 horas. Se debe secar con aire en un laboratorio de preferencia a $24 \pm 3^\circ \text{C}$. no se debe poner ventiladores que muevan el espécimen. Se debe repetir el ciclo de mojado-secado 3 veces y no debe pasar mas de 2 horas desde el tercer ciclo y el inicio de las pruebas.

Las pruebas se desarrollan de la misma manera que en el ensayo de panel con marco portante.

Luego para determinar el contenido de humedad se deben tomar 5 muestras cortadas del panel (sin el marco) del espécimen, de una medida de 100 x 150 mm, uno del centro del panel, y otros de las esquinas. Se deben pesar en un abalanza con una desviación no mayor al 2%, luego se secan las muestras en un horno a una temperatura de $103 \pm 2^\circ \text{C}$ (no indica por cuánto tiempo). Luego para calcular el % de humedad se utiliza la siguiente fórmula:

$$M = 100 [(W - F) / F]$$

En donde:

M = contenido de humedad %

W = peso inicial

F = peso final luego del secado.

Ensayos en pisos

Esta prueba tiene por objeto evaluar segmentos de piso bajo condiciones de servicio. El ensayo se debe hacer en tres especímenes con un aparato como el utilizado en la carga transversal (figura 6), solo que en este caso solo se hace en el lado del piso terminado, y el espécimen debe estar en posición horizontal, si se hace verticalmente, se debe considerar el peso del espécimen. Los ensayos deben hacerse luego del ensayo a carga transversal.

Ensayos en techos

Debe hacerse el ensayo en tres especímenes, de un ancho nominal de 1.2 m y un largo igual al panel del techo. El aparato es el mismo utilizado para la carga transversal, y la carga se aplica solo en la cara que será expuesta en el techo.

3.1.2 ASTM E 695-05 "Medición de la resistencia al impacto de paredes, pisos y techos"

Aparato para piso y techo (especimen horizontal)

Para efectos de estos ensayos, los especímenes de paredes se prueban en posición vertical, y los de pisos y techos en posición horizontal

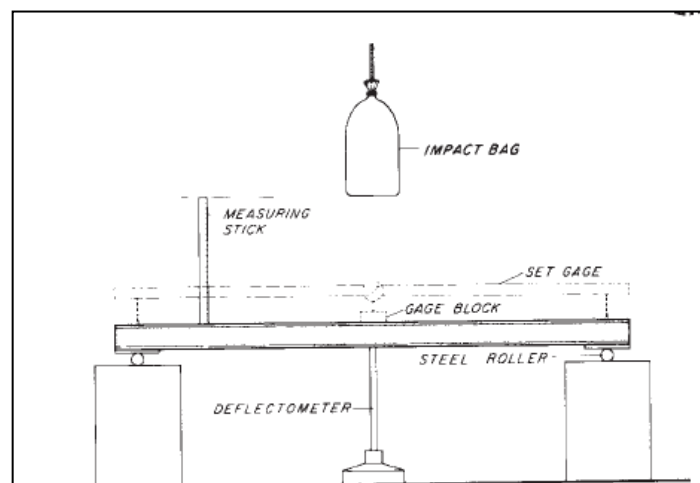
Los procedimientos pueden interpretarse como la reacción que tendrán los pisos, paredes y techos cuando un objeto pesado los impacte.

Este método es para construcciones livianas pero NO está delimitado para elementos de madera.

El aparato utilizados como el mostrado en la figura 11 con dos rodamientos de acero y una base rígida. El instrumento de impacto es una bolsa de cuero curtido de 0.4 mm de espesor, de medidas de 710 mm de alto x 735 de ancho y cosida a lo largo con tiras de cuero curtido, la base debe ser de 230 mm de diámetro, la masa total de la bolsa debe graduarse de acuerdo a lo requerido en el ensayo. Se utiliza una regla de medición con múltiplos de 150 mm para medir la altura de la caída, se debe poner un deflectómetro en la parte baja del espécimen, graduado en 0.25 mm.

El conjunto de medición, debe ser un plano con dos patas en cada extremo con la separación de patas igual al espacio del espécimen, un micrómetro de dial debe ser puesto al marco justo en medio. Se debe poner un block de medición hecho de de metal u otra superficie dura, y debe medir 300 x 300 mm. se debe poner unos retenedores en los extremos del espécimen para evitar grandes desplazamientos

Figura 11. **Ensayo al impacto (especimen horizontal)**



Fuente: ASM E 695 03

Aparato para sistema de muros, (espécimen vertical)

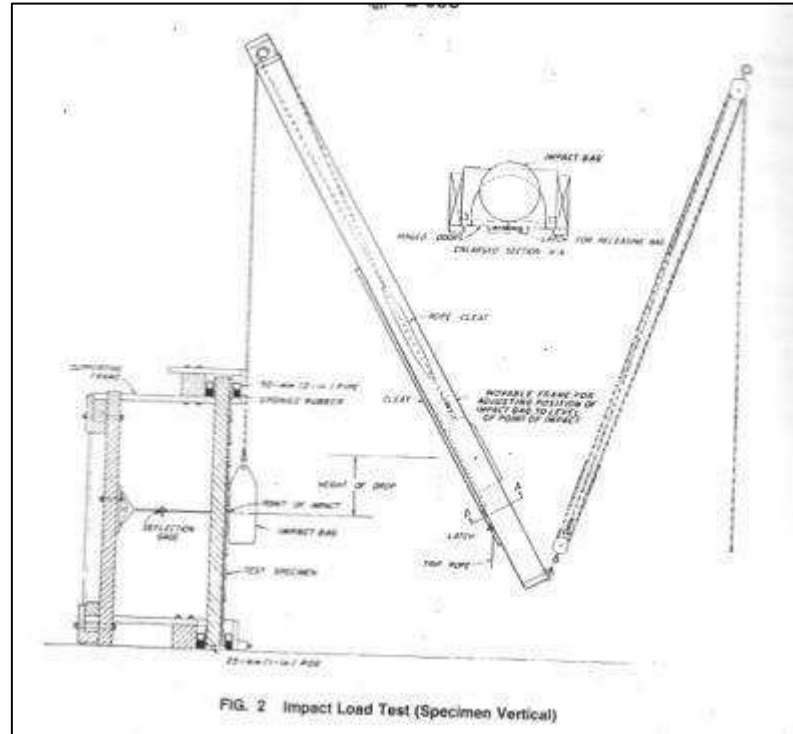
Se debe usar cables de acero para suspender el espécimen, dos rodamientos de acero y dos de soporte, bolsa de impacto, regla graduada, refractómetro, etc., como en el aparato horizontal. Y un marco rígido de soporte para poner los cables. Como se muestra en la figura 12.

El espécimen debe poseer las medidas de un panel de servicio, la edad del espécimen debe ser entre 25 y 56 días después de la fabricación, y se debe probar al menos tres especímenes.

Se debe probar en un espécimen la cara exterior, y en otro la interior, pero para paredes asimétricas, se debe probar ambas caras, y se debe probar cuatro especímenes.

El punto de impacto debe ser en objetos estructurales, si el espécimen así está construido, y si no, se debe impactar el centro de cada espécimen.

Figura 12. Ensayo de impacto (especimen vertical)



Fuente: ASTM E 695 03

4. INVENTARIO DE PÁNELES PREFABRICADOS LIVIANOS

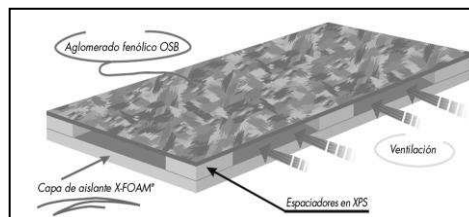
4.1 Información de paneles extraídos de páginas de internet, cuyos sistemas se encuentran a la venta en varios países.

Se ha hecho una recopilación de los paneles en fase de estudio así como los que ya se encuentran a la venta; con el fin de tener una base de datos para que el investigador interesado tenga una amplia gama de opciones para elegir, y así desarrollar nuevos métodos constructivos y mejorar los existentes o crear nuevos sistemas de paneles prefabricados.

4.1.1 Agolpán ventilado:

Está formado por una placa de polietileno extruido a la que se ha acoplado una chapa de aglomerado fenólico OSB por medio de listones espaciadores de polietileno extruido. El resultado es un panel con ventilación por efecto de las cámaras. Al mismo tiempo la superficie de OSB forma una especie de entarimado resistente, muy cómodo para aplicar las tejas planas o árabes o cualquier otro tipo de acabado exterior. Ver figura

Figura 13. **Algopán ventilado**



Fuente www.edilterc.es.

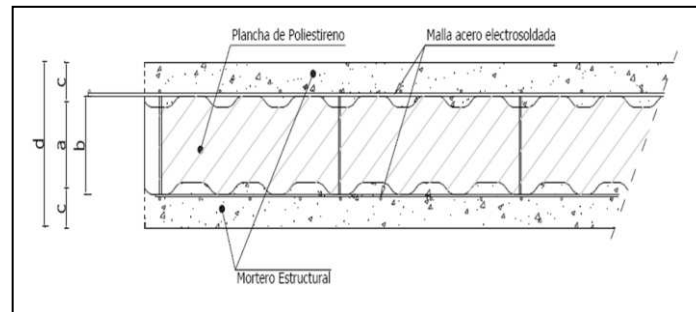
CLASIFICACIÓN SEGÚN NORMAS	
NORMA	CLASIFICACIÓN
ISO R 845	DENSIDAD (ALGOPAN 33/35 km/mc)
UNI 7891	Conductividad térmica mínima a 10° C (ALGOPAN 0.027 W/m°K)
DIN 53421	Resistencia a la compresión (ALGOPAN 3,0/3,5 Kg/cm ²)
DIN 52615	Permeabilidad al vapor de agua (ALGOPAN 100 - 200 μ)
CSE-RF2 RF3-D.Min.	Inflamabilidad (ALGOPAN CLASE 1)

4.1.2 Panel sándwich con polietileno como aislante:

La pared con el panel con aislante polietileno es ideal para ser utilizada en muros no portantes, interiores, para cerramientos externos, en habitaciones o edificios industriales y comerciales también con características de aislamiento térmico y acústico, con resistencia y economía. El panel consta además de una armazón de acero tridimensional que recubre el polietileno interior. El panel viene completado durante la puesta en obra aplicando a cada lado una capa de repello de un espesor no menor a 25 mm.

En este tipo de panel se puede instalar la placa de polietileno y aplicar el repello en obra por medio de una máquina aplicadora de mortero lanzado; o bien se puede hacer la aplicación de mortero desde la fábrica. Ver figura 14.

Figura 14. **Panel sándwich con polietileno como aislante**



Fuente <http://www.conitec.biz/>

4.1.3 Panel sándwich con lana roca como aislante

Utilizados mayormente para cuartos fríos y aislantes térmicos, los paneles se fabrican con un ancho estándar de 1.150 mm, pudiendo ajustarse su longitud a las necesidades específicas de cada obra, con un máximo aproximado de 18 m de altura. La versatilidad del panel hace que puedan adaptarse a proyectos tanto de nueva ejecución como en rehabilitaciones o expansiones, permitiendo seleccionar el espesor según las necesidades frigoríficas requeridas

Figura 15. **Panel sándwich con lana roca como aislante**



Fuente www.koxka.com

Normas que cumple:

CLASIFICACIÓN SEGÙN NORMAS	
NORMA	CLASIFICACIÓN
UNE-23727	Mide sólo la inflamabilidad.
UNE-EN 13501	Define el comportamiento al fuego
EN ISO 1182 y EN ISO 1716	A1

4.1.4 Panel Cannabric

Cannabric, el bloque de fábrica bioclimático a base de cáñamo.

El bloque de construcción bioclimático CANNABRIC está formado por fibras vegetales de cáñamo industrial, cal hidráulica natural y una mezcla de minerales. Además de reunir todas las funciones de un muro estructural como es, entre otras, la resistencia a las cargas y la protección contra incendios, su composición no exige la adición de aislamiento térmico y acústico. Su materia prima principal, el cáñamo, con una conductividad térmica de $0,048 \text{ W/m}\cdot\text{k}$, le convierte en un material con gran capacidad aislante frente al frío y calor. Sus componentes pesados, los minerales, le conceden la resistencia mecánica y densidad óptima. Siendo un material macizo y con un calor específico muy elevado, tiene las propiedades termo físicas óptimas de proteger también del sonido.

Figura 16. **Panel Cannabric**



Fuente www.cannabric.com

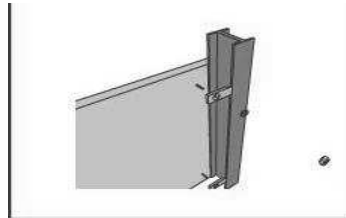
Normas que cumple

CLASIFICACIÓN SEGÚN NORMAS	
NORMA	CLASIFICACIÓN
Aspecto (UNE 127.030/99):	La coloración de los bloques es homogénea, con una textura superficial rugosa y uniforme
(UNE-EN 772-16/2001):	Dimensión y espesor de paredes
(UNE-EN 772-20/2001)	Planeidad de las caras (desviación máxima)
UNE-EN 772-13/2001)	Densidad absoluta seca
(UNE-EN 771-1/2001)	Resistencia a la compresión media

4.1.5 Panel delgados de hormigón

Altura máxima 2,5 metros, se fabrican también en otras alturas según las necesidades de cada proyecto. Espesores: 10, 12, 15 y 20 cm. uniones horizontales amachimbradas. Sellado de juntas horizontales y verticales.

Figura 17. Panel delgado de hormigón



Fuente www.pizcompact.com

Normas que cumple:

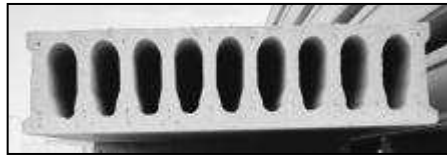
CLASIFICACIÓN SEGÙN NORMAS	
NORMA	CLASIFICACIÓN
NBE CPI-96.	Reglamento de seguridad contra incendios en los edificios.
NBE CA-88	Aislamiento acústico global mínimo a ruido aéreo fijado en 30 dBa
NBE CT-79	Conductividad térmica mediante la realización del ensayo correspondiente a la UNE 53-037-76.
Real decreto 2267/2004	Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales

4.1.6 Placa alveolar

La placa Alveolar es un elemento auto portante de hormigón pretensado que, debido a su gran capacidad, puede ser empleada en grandes vanos y sobrecargas. La placa alveolar es usada principalmente en edificación industrial y comercial, grandes naves industriales, parkings, pasos de carretera, etc, obras que en general requieren un forjado adecuado para grandes luces y cargas.

Es completamente auto portante por lo que no son necesarios apuntalamiento. Dependiendo del tipo de obra se puede utilizar con y sin capa de compresión. La placa Alveolar pretensada se encuentra en cantos 15, 20, 25, 30, 40 y 50 cm en un ancho estándar de 1,20 m. La placa alveolar también se fabrica en versión machihembrada de 14 y 20 cm para cerramiento de naves industriales

Figura 18. **Placa Alveolar**



Fuente www.cocalsa.es

4.1.7 Placa TERMACOL

La placa de forjado termacol pretensado tiene un peso de 95Kg/m², siendo la placa auto-portante más ligera. Soporta la capa de compresión y 100Kg/m² de carga de construcción. El peso total del forjado terminado es de 244 Kg/m², en un canto de: (3+22+5) Incorpora un aislamiento excelente, sin puentes térmicos.

El origen de la nueva placa termacol es tratar de aligerar la placa alveolar y el forjado de vigueta bovedillas tradicionales al máximo, sin perder sus propiedades. El espesor total de 30 cm de la placa tipo se compone de las siguientes partes: 5cm de capa de compresión, 22 cm de nervio prefabricado, y 3 cm de poliestireno inferior. La carga total para viviendas es de 650 Kg/m² compuesta por: 250 kg/m² de peso propio, 100 Kg/m² de solado y yeso, 100 Kg/m² de tabiquería, y 200 Kg/m² de carga de uso. Con este espesor de 30 cm

y esta carga de 650 Kg/m² se puede llegar cómodamente a luces de 8m en continuidad por las ventajas del pretensado.

Figura 19. **Placa termacol**

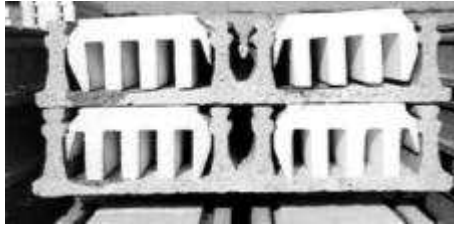


Fuente www.cocalsa.es

4.1.8 Placa FARLAP

La placa de forjado FARLAP tiene un peso de 180 kg/m² , siendo la placa alveolar más ligera. Con capa de compresión obtenemos un peso total de forjado de 360 kg/m², en 25+5 de canto. Su ligereza de transporte y elevación la hacen más competitiva que la placa alveolar clásica, pudiéndose utilizar grúas torre normal de obra pues una placa de 5,5 x 1,2 m pesa 1200 kg.

Figura 20. FARLAP



Fuente www.cocalasa.es

4.1.9 Viga tubular

Viga tubular, en cantos de 20, 25, 30 ó 40 cm. una solución para la construcción muy económica para cubiertas de Naves Industriales, Agrícolas y otras edificaciones.

Figura 21. Viga tubular

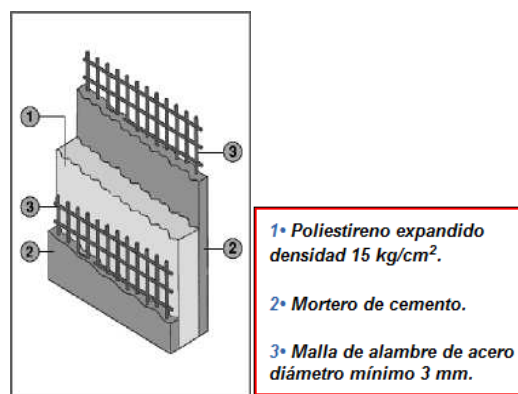


Fuente www.cocalasa.es

4.1.10 Panel SAVE

El sistema parte de la utilización de paneles compuestos por dos mallas de alambre de acero que encierran a placas de polietileno expandido de alta densidad. Ambas mallas se encuentran solidariamente unidas con alambres de acero del diámetro adecuado a cada construcción. Las placas de polietileno ofician, durante la construcción, de encofrado perdido, confiriéndole luego a la obra importantes propiedades de aislación acústica y térmica. Una vez instalados en la obra, los paneles SAVE reciben por proyección, en ambos lados, una capa de mortero de cemento y arena en proporción de 1:3. Las mallas de acero, de dimensiones y diámetros adecuados al proyecto, cubren las necesidades del hierro para soportar los esfuerzos de tracción y de corte. De esta manera, el hierro que en las construcciones tradicionales se encuentra en las columnas, SAVE lo distribuye a todo lo largo de la superficie de la pared, constituyéndose así en tabiques portantes y eliminando las columnas. SAVE no sólo reemplaza los ladrillos y las columnas, también se utiliza en las losas y los techos, con los correspondientes refuerzos que surjan del cálculo, de acuerdo al proyecto y al estado de cargas previsto.

Figura 22. **Panel SAVE**



Fuente www.construir.com

Normas que cumple:

CLASIFICACIÓN SEGÙN NORMAS	
NORMA	CLASIFICACIÓN
IRAM 11588	Ensayo de compresión excéntrica
IRAM 11596.	Ensayo de impacto sobre probeta vertical
IRAM 11598	Ensayo de flexión
IRAM 11595	Ensayo resistencia al impacto de la bola de acero
	Estudio Higrotérmico completo.

Este inventario resume a grandes rasgos los tipos de paneles que existen en el mercado y en fase de estudio, queda a discreción del lector investigar más sobre el tema y sobre el panel específico de su interés.

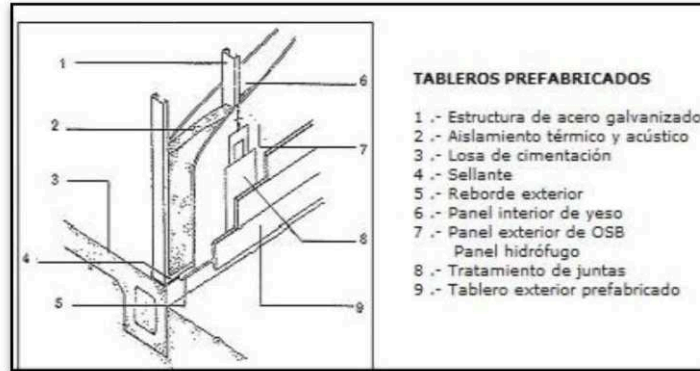
Paneles en fase de investigación, extraído de trabajos de graduación.

4.2 Información de paneles extraídos de trabajos de graduación, o que están en fase de experimentación.

4.2.1 Paneles a base de yeso:

En este trabajo de graduación se consideraron pruebas, tanto químicas como físicas, tomando en cuenta las normas que se mencionan abajo, también se considera el tipo de yeso a experimentar, y pruebas con aditivos. Dentro de las pruebas físicas tenemos: flexión, compresión y tensión. También se utilizó el aparato de vicat para la determinación de la consistencia y de los tiempos de fraguado.

Figura 23. **Páneles a base de yeso**



Fuente: Hugo Herrera. **Fabricación y evaluación experimental de paneles a base de yeso**

CLASIFICACIÓN SEGÙN NORMAS	
ENSAYOS	NORMA
QUÍMICO Y FÍSICO	ASTM C-28, UNE 7065, ASTM C 472, UNE 7064
COMPRESIÓN	ASTM C- 472, UNE 7064
FLEXIÓN	UNE 7064

4.2.2 Páneles de cartón corrugado

EL trabajo de graduación consultado se enfoca básicamente en las características mecánicas de los paneles de cartón corrugado, siendo las siguientes: a) resistencia a la compresión de los lados, b) resistencia a la flexión pura c) Corte a lo largo de las canaladuras y perpendiculares a ella, d) aplastamiento por carga perpendicular, e) aplastamiento por carga de impacto, f) transmisibilidad de vibración, g) perforación, h) resistencia a reventar.

Los materiales que los constituyen son: cartones tipo Kraft de calibre 275, 350, 500 de pared doble, todos ellos con acanaladura tipo "C"; pegamento Ethilene Vinil Acetate Compound; madera, reglas de pino de 1' X 1 3/8" X 3/4".

Ver figura 14

Figura 24. **Panel de cartón corrugado**

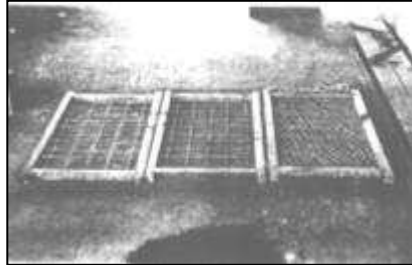


Fuente: Oscar Álvarez. **Propiedades mecánicas de paneles de cartón corrugado**

4.2.3 **Páneles de concreto liviano reforzados con fibras de maguey**

En este estudio se desarrollaron páneles del tipo MM: manojos de maguey como refuerzo, ML con refuerzo de lazo común, MR refuerzo de red de lazo común, MA refuerzo de electromalla, SF sin refuerzo. Los ensayos efectuados fueron: Ensayo a flexión, ensayo a compresión, Ensayo de impacto, todas ellas basadas en la ASTM 72-77, en el ensayo a flexión, el panel con refuerzo de acero fue el que presentó más resistencia, en el ensayo a compresión los manojos de maguey mostraron mejor desempeño, en el ensayo de impacto el refuerzo de acero fue la mejor opción.

Figura 25. **Batidores con 3 tipos de armado de la fibra de maguey**



Fuente Walter de León. **Páneles de concreto liviano, reforzados con fibras de maguey**

Normas consultadas

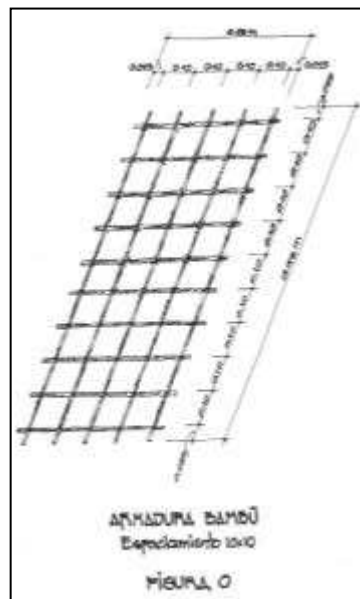
CLASIFICACIÓN SEGÙN NORMAS	
NORMA	CLASIFICACIÓN
ASTM E 72-77 SECCIÓN 9	ENSAYO A FLEXIÓN
ASTM E 72-77 SECCIÓN 7	ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM E 72-77 SECCIÓN 12	ENSAYO DE IMPACTO

4.2.4 Páneles de concreto liviano con refuerzo de bambú.

En esta fase experimental, se hicieron páneles con una mezcla de mortero, y refuerzo de acero para referencia, y de bambú para experimento para los ensayos solo especifica que para la prueba de compresión se basó en la norma ASTM C-109. En este trabajo se llega a la conclusión que el tipo de

bambú *Philostachys Bambusoide* es más resistente en un 15% con respecto al acero en las pruebas de corte.

Figura 26. Armado de refuerzo de bambú



Fuente Edwin Espina. **Páneos de concreto liviano con refuerzo de bambú**

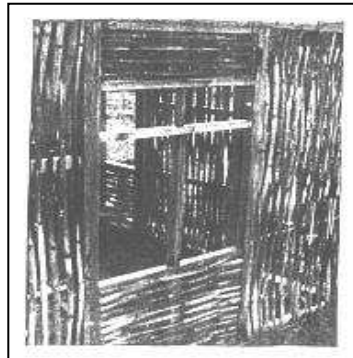
Norma consultada:

CLASIFICACIÓN SEGÚN NORMAS	
NORMA	CLASIFICACIÓN
ASTM C-109	ENSAYO A COMPRESIÓN

4.2.5 Páneles de madera y Bambú

El montaje de los páneles se realiza en el lugar, en este estudio no se aplicaron ensayos, ya que se montó el sistema como uno solo en el lugar, y se armaron los marcos con el bambú clavado a modo de refuerzo en los marcos, luego se procedió a darle 3 revestimientos, el primero de pino o paja + barro, la segunda a base de cal y arena amarilla y el tercer y último es una lechada de cemento aplicada con brocha.

Figura 27. **Panel de madera y bambú**



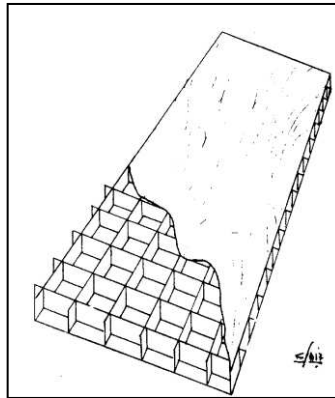
Fuente: Julio Herrera. **Sistema constructivo a base de páneles de madera y bambú**

4.2.6 Panel Reticart

Están formados por dos superficies de cualquier material, unidas entre si por una retícula de cartón, formando una unidad al ser pegadas y prensadas convenientemente, presentan una deflexión mínima, lógicamente esta característica es directamente proporcional a la densidad de la retícula de cartón. Otras propiedades como el poco peso, bajo costo de fabricación, regularidad de tamaños de paneles pueden ser aplicados en puertas, muros de división, cielo falso, muebles.

Este trabajo de graduación es antiguo, y su enfoque es para abrir una fábrica (industrial) por ello no se profundizó en ensayos y normas, pero sería interesante ver ISO resultados que se obtienen al aplicarle normas y ensayos para desarrollar este sistema de paneles que son económicos, fáciles de transportar y fabricar.

Figura 28. **Panel Reticart**



Fuente Constantino Saiz Conchezo. **Páneles Reticart**

4.2.7 Losetas de estopa de coco (cielo falso)³

El Instituto Tecnológico Centroamericano (ITCA), de Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, creó el cielo falso a base de fibra de coco para la industria de la construcción, porque en ese país sólo se utiliza el agua y la carne. Las estopas, por lo general, se queman o se botan, provocando un problema ambiental y de salud pública.

Para finales de ese año, se hizo la presentación de las losetas de fibra de coco, pero únicamente a las empresas que trabajen con la instalación de este tipo de material.

³ Tomado del reportaje "Comunica en Línea" Reportera: Claudia Castillo, Año 4 No 10 junio 2007 <http://www.uca.edu.sv/virtual/comunica/archivo/jun012007/notas/nota31.htm>

El nuevo tipo de loseta permite disminuir la temperatura de una habitación. "Para verificar esto se realizó un análisis por temperatura ambiente, la cual era de 28 grados centígrados y se demostró una disminución de cinco grados al utilizar este material. Se logró mantener fresca la edificación y es un proyecto 100% del ITCA," dijo Francisco Centeno, gerente Coordinador del Proyecto.

El proyecto comenzó a mediados del año pasado con un presupuesto de 5 a 6 mil dólares. En él, trabajan tres personas y se divide en tres fases: la ubicación de la producción de la materia prima, la parte experimental y el último es la comercialización. A la fecha de la publicación del artículo, el proyecto se encontraba en la segunda etapa.

En la Cooperativa de Cocoteros de la Isla del Espíritu Santo o "Isla de Los Cocos", por el Puerto El Triunfo, en Usulután, se ubicó la mejor materia prima para crear el novedoso cielo falso, porque en esa empresa extraen y procesan el aceite de coco. Además, allí elaboran de la estopa pacas de la fibra, ya procesada. Este fue el resultado de la primera fase.

En la fibra marrón, los investigadores ocupan el método de desfibramiento que consiste en someter a la estopa a inmersión, por pocos días, en agua. Luego se utilizan métodos mecánicos de extracción de fibra: a través del descortezamiento obtienen la fibra ondulada que servirá para la fabricación de cuerdas o, en este caso, para las losetas. Cuesta US\$6 cada paquete.

En la parte experimental del cielo falso, se trabajó con diferentes aglutinantes (pegamentos) para poder pegar la fibra: cola blanca, pega de zapatos, pega rápida y silicón. El adhesivo que logró acoplar todos los materiales fue la cola blanca. "Se corta la fibra que ya está extraída para colocar más o menos de cinco a diez milímetros, porque si se toma como viene del empaque al secarse se forman huecos".

El primer paso en la creación de la loseta se da en un molde metálico que pesa 25 libras, donde se mezclan todo los componentes con medidas exactas: agua, 17%; fibra de coco procesada, 55%, y de aditivo, 28%. Luego reciben una presión de 250 libras por pulgada cuadrada. El resultado: una losetas de 25 por 25 pulgadas.

El tiempo de elaboración del cielo falso de coco es de 24 horas, pero para que se seque tiene que pasar de dos a tres días, comprimido en la estructura metálica al aire libre, por el pegamento y el agua, sino puede segregarse. Los beneficios de está loseta son que no tiende a desprenderse ni a hundirse si se compara con el cielo falso de durapax o el de plywood.

Además, cumple con los estándares de calidad, como el grado de rigidez para que no sea inflamable. También absorbe el calor y aísla el ruido. El proyecto ya finalizó y sólo se están realizando pruebas de cuán inflamable es.

Figura 29. Loseta o cielo falso de estopa de coco



Fuente <http://www.uca.edu.sv>

5. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS PÁNELES

Para desarrollar una planta productora de paneles prefabricados, se debe considerar varios aspectos como el económico, el de factibilidad, etc. Pero en este trabajo de graduación solo desarrollaremos los el proceso productivo de los paneles, o dicho de otra manera: la secuencia de pasos a seguir para poder desarrollar una producción en serie de paneles prefabricados; desde la obtención de la materia prima, hasta su puesta en bodega.

Dentro de la investigación en internet, se ha encontrado que en países como España, Argentina, Estados Unidos etc, se desarrollan máquinas diseñadas especialmente para la producción masiva de paneles prefabricados, en su mayoría paneles de hormigón con alguna variante, y con base a esa información se hace la siguiente síntesis de maquinaria relacionada con la fabricación de paneles prefabricados.

5.1 Máquina para la fabricación de tableros de hormigón prefabricados

Esta es una patente solicitada y aprobada en España por *María del Carmen Medrano Bermejo* con número de publicación: 2 135 302 y número de solicitud: 9600289 para la maquinaria de su propia invención denominada "Máquina para la fabricación de tableros de hormigón prefabricados" en síntesis, esta máquina es ideal para fabricación de paneles de hormigón, con centro aislante como una variable los descritos en el numeral 4.1.5.

Se describe el funcionamiento de la maquina como sigue:

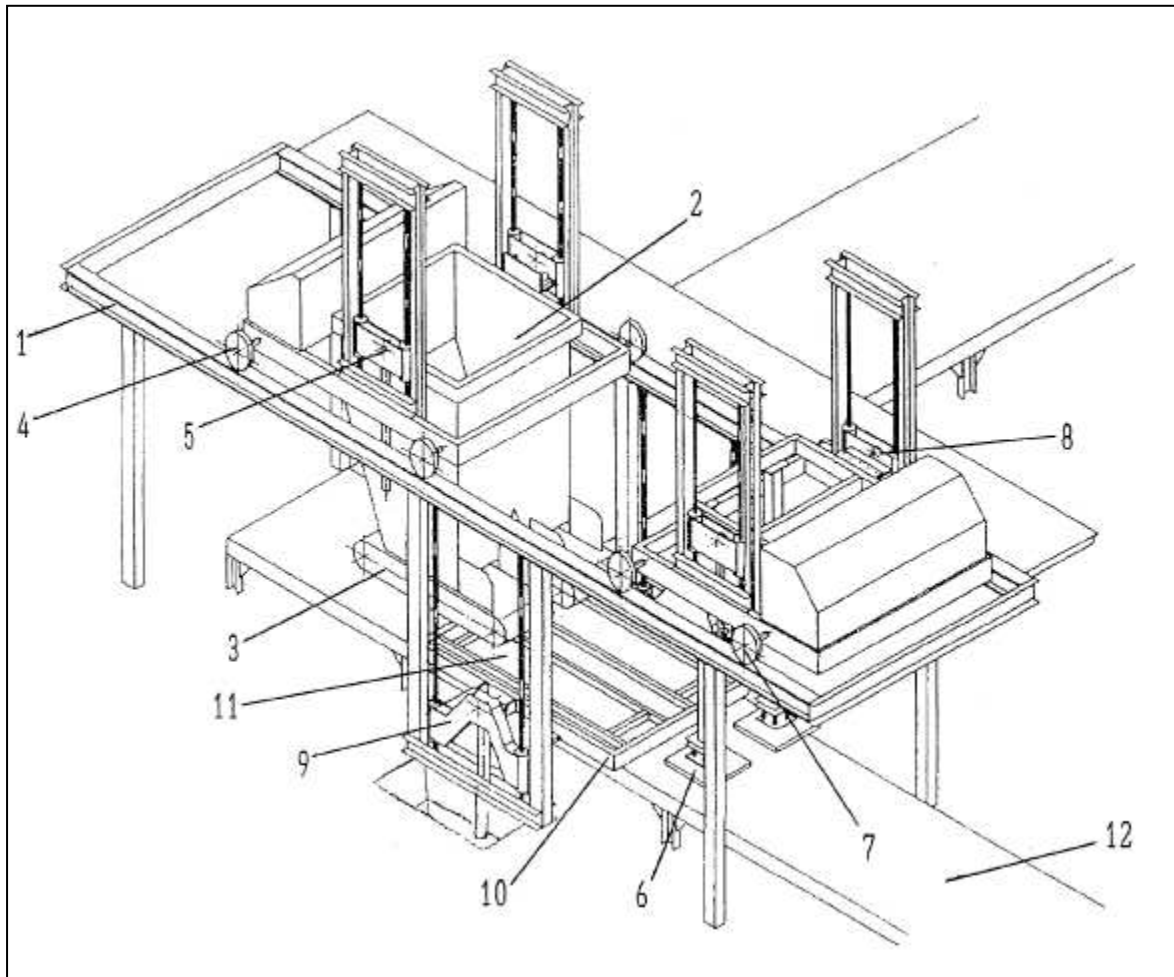
Este tipo de páneles presentan dificultades en cuanto a la automatizaci3n ya que ocupan un espacio amplio para el curado de los paneles, volviéndose un sistema poco productivo. Por ello la particularidad de esta máquina radica en que un primer panel fabricado se introduce en un túnel de secado rápido para proporcionarle una cierta rigidez y consistencia, y sobre él se coloca el marco que define el panel y los elementos estructurales de un segundo panel, etc. sucediéndose así el procedimiento de fabricaci3n en alturas sucesivas hasta alcanzar la cuota preestablecida, consiguiéndose finalmente una pila de paneles de hormig3n que mientras dura su proceso final de secado, ocupan tan solo la superficie equivalente a uno de ellos, y además los elementos prefabricados no sufren ningún tipo de deterioro en su manipulaci3n ni transporte, puesto que el apilamiento se produce mientras se efectúa su fabricaci3n, y no después de la configuraci3n de cada uno de ellos.

En la figura 30 se observa una estructura elevada (1), que presenta una forma rectangular, y sobre la cual discurren apoyadas en elementos de rodadura (6) y (7) dos unidades independientes que se desplazan de forma aut3noma y en virtud de un programa preestablecido en ambos sentidos. La unidad de tolva (2) que es una de las unidades que se desplazan en esta estructura (1), incorpora un dep3sito de almacén de hormig3n, con un dispositivo de control de salida y por debajo y en un lateral de este una cinta alimentadora (3); de tal forma que esta tolva discurre en un momento dado por encima de un marco (10), que define el panel prefabricado depositando en el mismo el hormig3n necesario para su conformaci3n. A continuaci3n los vibradores (6), dispuestos en la segunda unidad que se desplaza por encima de la estructura (1), pasan por encima del hormig3n depositado y lo rasean y vibran para obtener finalmente un panel con su cara superior perfectamente lisa.

Todas estas operaciones se realizan sobre un elemento de panel que queda definido por una bandeja (11), colocada en la base, sobre la cual se deposita un marco perimetral (10) y en su interior la armadura metálica y/o las placas o láminas aislantes necesarias para conformar un tipo de panel preestablecido. Una vez depositado el hormigón, vibrado y raseado convenientemente, el marco perimetral (10) dispone de medios de apertura de tal forma que se libera de la estructura que acaba de formar y se eleva hacia arriba por medio de un dispositivo (9) colocado en ambos laterales y hacia el centro, permitiendo el desplazamiento de la bandeja (11) y consecuentemente del panel que se acaba de fabricar a través de un sistema de cintas transportadoras, que prevén en una de sus zonas un túnel de secado rápido del panel que se acaba de formar.

Tanto la tolva (2) como los elementos vibradores están dispuestos asimismo en dispositivos (5) y (8) que permiten un levantamiento gradual y escalonado de los mismos, de tal forma que inciden a distintas alturas, que aumentan progresivamente en la medida en que se introducen bandejas en la parte inferior, ya que esta máquina prevé, en una fase posterior, recibir nuevamente el marco perimetral (10) y fabricar sobre ella un nuevo panel, apilándose así sucesivos paneles respectivamente hasta alcanzar la altura deseada. Este proceso de fabricación es posible gracias a que el panel primeramente fabricado, que va a recibir un mayor peso, ha sido introducido sucesivas veces en el túnel de secado, tantas como paneles se hayan fabricado posteriormente, de tal forma que presentaría una mayor dureza y consistencia; de igual forma el segundo panel fabricado también ha sido introducido más veces que los restantes y consecuentemente resistiría la pila de elementos que tiene encima y así sucesivamente.

Figura 30. **Máquina para la fabricación de tableros de hormigón prefabricados**



Fuente www.espatentes.com

5.2 Proceso de fabricación de placas de yeso laminado

El proceso de fabricación de placas de yeso laminado en la fábrica consta de las siguientes fases:

Trituración del yeso

En esta instalación de trituración, el yeso procedente de la cantera se reduce de tamaño, obteniéndose un producto con un tamaño máximo de 35 mm, que es el adecuado para la alimentar la molienda.

El yeso que sale de la machacadora se almacena en tres silos de unas 300 TN cada uno. Estos silos además de servir de almacenamiento de yeso, permiten homogeneizar las variaciones de la calidad del yeso que viene de la cantera de tal modo que la pureza del yeso con que se alimenta el molino es constante.

Figura 31. **Silo de 300 TN para almacenaje de yeso triturado**



Fuente www.knauf.es

Molienda: en esta instalación el yeso es sometido a compresión, entre unos rodillos y un plato de molienda reduciendo su tamaño progresivamente hasta unas 200 micras, que es el adecuado para calcinarlo y posteriormente formar la escayola para la fabricación de las placas.

Las instalaciones de trituración y molienda trabajan en depresión, por lo que no hay salida de polvo ni aire al exterior. Todo el polvo que genera, es arrastrado por una corriente de aire, la cual pasa a través de unos filtros que retienen el polvo dejando pasar únicamente el aire limpio al exterior. Ello permite tener unos lugares de trabajo limpios y saludables.

Calcinación: mediante la calcinación, proceso de calentamiento del yeso a 160 °C durante unos 30 minutos, el yeso adquiere la propiedad hidráulica, es decir, amasado con agua se pone duro (fragua) al cabo de unos minutos. Esta propiedad es la que permite la fabricación y el moldeo de las placas laminadas.

El aire caliente que sale del proceso de calcinación se emplea para calentar y eliminar la humedad del yeso en la molienda, aprovechando de esta manera la temperatura residual de este aire y mejorando el rendimiento calorífico del fueloil.

Línea de producción de placas

Al yeso en polvo calcinado se le añade agua y aditivos con lo que se obtiene una pasta (escayola) que fraguará en pocos minutos. Por medio de la maquinaria de la línea de producción, esta pasta de yeso se introduce de forma automática y en proceso continuo, entre dos laminas de cartón, con lo cual vamos obteniendo la placa de yeso laminado. (Ver figura 32)

Figura 32. **Aplicación de escayola en lámina de cartón**



Fuente www.knauf.es

A continuación esta placa se corta a la medida adecuada, se seca en un horno y se paletiza, terminado así el proceso de fabricación. (Ver figura 33)

Figura 33. **Corte de placas de yeso**



Fuente www.knauf.es

A lo largo de todo el proceso, desde la extracción del yeso de la mina hasta la colocación de las placas en casa del cliente, se realiza un control de calidad tanto de los productos en curso de fabricación como del producto final. En los procesos de calcinación y molienda se utilizan instalaciones alimentadas por fuel-oil para producir calor y en el horno de secado de placas se utiliza una instalación alimentada por gas natural también para producir calor.

Almacén, carga y logística

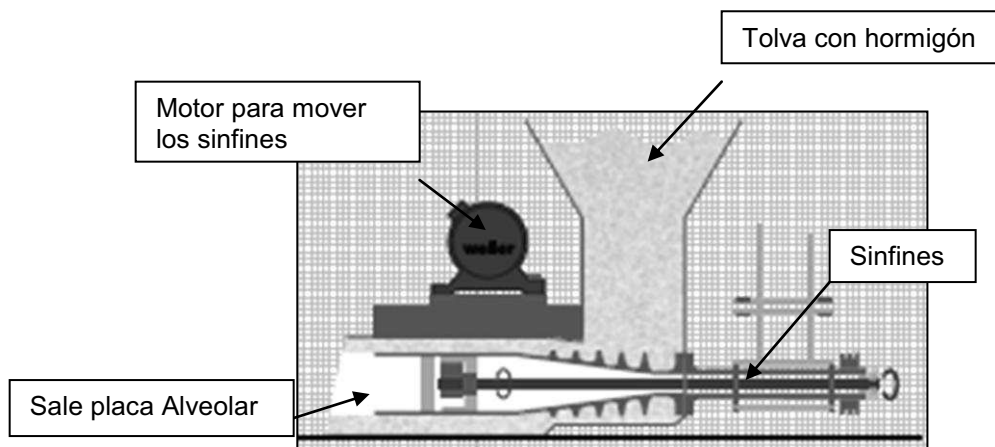
Una vez terminado el proceso de fabricación, los palets de placas pasan al almacén de producto terminado.

5.3 Proceso de producción de placas alveolares

Este proceso se lleva a cabo en la siguiente secuencia.

Una tolva que sirve como distribuidora y almacenadora de hormigón es la encargada de dosificar el hormigón en una máquina extrusora, que tiene unos sinfines que son los elementos encargados de hacer los agujeros deseados a las placas alveolares, dependiendo de las especificaciones de diseño de placas, funcionando como explica la figura 31.

Figura 34. Tolva y máquina extrusora para fabricar placas alveolares



Fuente: www.weilerprecast.com/sp/

Dejando una placa de longitud indefinida, hasta que pasa por la máquina cortadora de sierra adiamantada, que da el largo necesario a las placas alveolares por medio de cortes transversales, longitudinales y hasta 45° con respecto al largo, para hacer diseños más versátiles en obra. (Ver figura 35).

Figura 35. **Cortadora adiamantada de placas alveolares**



Fuente: www.ultraspan.ca

Luego se pasa opcionalmente a una limpieza de las piezas, por medio de una máquina que cepilla y limpia las placas para un acabado más fino de las caras. (Ver figura 36).

Figura 36. **Máquina limpiadora de del páneles alveolares.**



Fuente: www.ultraspan.ca

Posteriormente se procede a levantar las placas con grúas o pinzas especiales para su manipulación (ver figura 34) para su almacenaje y curado y para su puesta en transporte.

5.4 Principios de producción de los páneles sándwich

El equipamiento mas importante en una máquina para el moldeo por inyección y reacción es el cabezal de espumado. De debe tener presente que el método de mezclar los componentes mediante choque a alta presión, éste ha hecho posibles tiempos de producción muy breves de las espumas de poliuretano.

Esencialmente, un sistema de producción incluye la máquina para el moldeo por inyección y reacción (depósitos de alimentación, bombas de dosificación/recirculación, cabezal de espumado, etc.), un molde y, si es necesario, equipamiento añadido. Además, los sistemas de producción de los paneles sándwich se clasifican como continuo o discontinuos (moldeado en molde).

Sistemas de producción discontinuos - Moldeado

En el moldeado en molde, el panel se realiza en un molde cerrado cuyas dimensiones son las del panel acabado. Los moldes generalmente tienen una estructura sólida inferior y una tapa de cierre. Además, estos deben tener una construcción robusta ya que durante la fase de solidificación de la espuma se producen presiones muy elevadas.

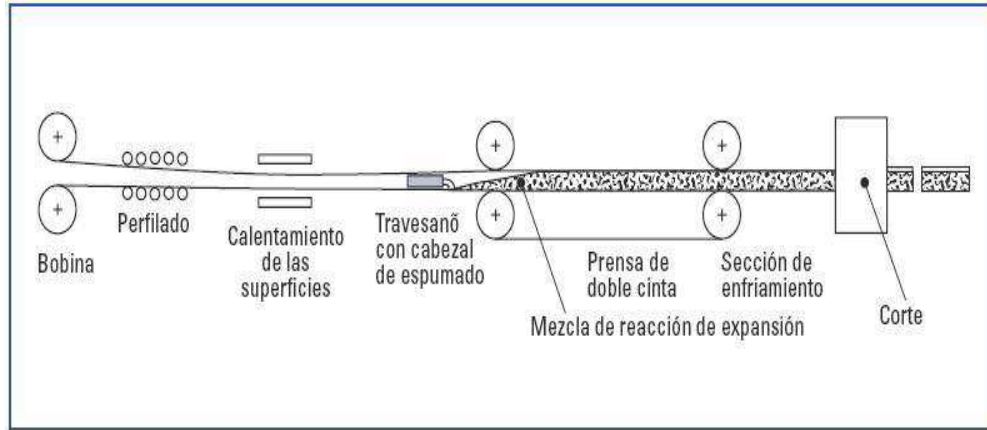
Antes del espumado, las superficies de metal (ya perfiladas) se colocan en el molde; la superficie inferior está extendida en el fondo del molde, mientras que la superior se coloca en posición y es sostenida por adecuados soportes laterales. Después se baja la tapa del molde y se cierra en la estructura inferior. En este momento se pulveriza una cantidad exacta de espuma en la cavidad a través de una boquilla presente en el lado del molde; esta operación requiere solo unos segundos para completarse. Una vez completado el espumado, el panel se deja en el molde durante unos 40 minutos, y después puede extraerse y prepararse el molde para la producción del panel sucesivo. La ventaja de este método es que se pueden producir paneles de forma complicada, se mejora el aspecto exterior de las superficies y se pueden utilizar también materiales de inicio alternativos; el principal inconveniente reside en el hecho de que el proceso es relativamente lento, lo que influye negativamente en el índice de producción.

Sistemas de producción continuos: para producciones a gran escala, se utilizan líneas de espumado, continuas automáticas. Se obtienen dos hojas de metal que formaran las superficies del panel a partir del movimiento en rotación de las llamadas "bobinas" y pasan a través de los rodillos de moldeado capaces de reproducir el perfil de superficie y los detalles de los bordes. Después estas se calientan a una temperatura de unos 40 grados, que es un prerrequisito para obtener una adhesión óptima de la espuma a las superficies metálicas. La mezcla de reacción producida por la máquina de espumado de alta presión se distribuye mediante un movimiento oscilatorio en la superficie inferior antes de que la hoja entre en la prensa de doble cinta.

La prensa de doble cinta es un molde móvil que resiste a las presiones que se desarrollan durante la fase de endurecimiento de la espuma y mantiene las dos superficies a la distancia requerida. Es en la prensa de doble cinta donde la espuma se adhiere a la superficie superior de metal perfilada. En efecto, las espumas PUR y PIR son muy activas en términos de adhesión y se adhieren fuertemente a las superficies con las cuales entran en contacto. Cuando el panel continuo emerge de la prensa de doble cinta, la espuma esta endurecida y puede cortarse a la longitud necesaria con una sierra de cinta.

Finalmente, se forman paquetes y se apilan para su transporte final hasta obra.

Figura 37. Esquema para la producción continua de paneles sándwich



Fuente www.lanaroca.com

CONCLUSIONES

1. La definición y clasificación de paneles prefabricados se logró desarrollar en una manera muy clara y precisa para la comprensión del interesado en el tema de prefabricados. Quedando a su disposición los conceptos básicos de lo que significa un panel prefabricado.
2. Dentro de la normativa guatemalteca hace falta todavía mucho por hacer, ya que se encontró limitaciones cuando se buscaron normas referentes a paneles prefabricados, no así en las normas estadounidenses que reflejan un claro avance de normalización para materiales de construcción. Por ello en la página 15 que se habla de los procesos de “Elaboración de normas técnicas guatemaltecas” se detallan los pasos a seguir para emitir una nueva norma de ensayos y que sea adoptada por la ley guatemalteca vigente. Con esta herramienta se puede generar normativa aplicable a Guatemala, y personalizar así, los ensayos referentes a prefabricados en Guatemala.
3. Los ensayos que se plantean en las normas de la *American Society of Testing and Materials* no explican ampliamente la maquinaria que se utiliza para los ensayos, pero sí da los lineamientos a seguir y los resultados que se espera que se obtengan de las muestras ensayadas, con esto se puede generar máquinas para ensayos específicos para sistemas novedosos que se desarrollen.

4. En el inventario de páneles se han encontrado un sinfín de tipos de paneles, que son variaciones de un sistema ya existente, ya sea por el mejoramiento de materiales, o la adhesión de nuevos sistemas de construcción, pero básicamente los que se presentan en el trabajo de graduación, son los más utilizados en nuestro medio. Los que se extrajeron de trabajos de graduación estaban (al momento de hacer este trabajo de graduación) en fase experimental.

5. Por último se ha visto que en las patentes de Espa a⁴ se ha mejorado una máquina para fabricar páneles de concreto liviano, naciendo así una invención muy eficiente. Cosa que se podría poner en práctica en nuestro medio. También se dan generalidades de cada proceso de fabricación de los páneles, dependiendo su característica, pero no se pretende decir que éstos procesos sean la única manera de fabricar cada panel. Queda a discreción del investigador ahondar o mejorar estos sistemas de fabricación.

6. Este trabajo de graduación contiene toda la información necesaria para iniciar el desarrollo de futuras investigaciones referentes a páneles prefabricados, no se pretende incorporar toda una amplia gama de datos que obstruir an los objetivos de este trabajo de graduación. Por ello queda a total disposición del investigador toda la información que contiene dicho trabajo, y dejando a su alcance todas las fuentes de consulta y bibliografía para ampliar más su investigación.

⁴ Página 65 a 68 de este trabajo de graduación

RECOMEDACIONES

1. A la descripción que se ha llegado de “Paneles Prefabricados” se puede añadir que se hizo con base a toda una amplia investigación del tema, queda a discreción del investigador adoptar o no esta definición como la más acertada para partir de acá a una investigación más específica que se venga desarrollando.
2. También se recomienda ampliamente el desarrollo de normativa guatemalteca para la construcción, ya que nos basamos en un 100% en normativa estadounidense, que tiene especificaciones y requerimientos para características propias de ese país, por ello debemos sustraer solo lo que se puede aplicar en nuestro país y añadirle especificaciones para Guatemala, ya que contamos con características distintas como temperatura ambiental, también el factor más importante son los sismos, ellos no consideran este tema como prioritario en sus ensayos, así como una serie de factores climatológicos propios de cada región. Por ello se especifica en la página 15 de este trabajo de graduación, la serie de pasos a seguir para adoptar o desarrollar normativa referente al tema de materiales de construcción y generar así una serie de normas propias de nuestro país.
3. Para los ensayos es muy recomendable desarrollar maquinaria de ensayos, que cumplan con las especificaciones de las normas, pero también sería muy interesante ver un modelo desarrollado para construir, para que cumpla con las normas que se hayan desarrollado en

Guatemala para Guatemala. Esto sería lo óptimo en desarrollo de pruebas de laboratorio en prefabricados.

4. Para industrializar páneces novedosos ya se dieron generalidades en el capítulo 5, queda como inquietud del investigador ahondar en el desarrollo de líneas de producción para fabricar grandes volúmenes de paneles prefabricados, para los cuales no exista maquinaria que los pueda fabricar.
5. Como recomendación general se puede apuntar que se insta a seguir desarrollando los temas que en este trabajo de graduación se citan, y que no sea limitante lo que acá se expone, si no que al contrario que sea de amplio provecho para el interesado en desarrollar cualquier sistema constructivo a base de páneces prefabricados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Annual Book of ASTM Standards. Designación E 72 – 05 Ensayos de esfuerzo en páneles prefabricados. (Estados Unidos) (Vol. 03.01). 2005
2. Annual Book of ASTM Standards. Designación E 695 – 05. Ensayos de esfuerzo en páneles prefabricados.(Estados Unidos) Vol. 04.07. 2005
3. Alvarez Lam, Oscar Oswaldo. Propiedades Mecánicas de páneles de cartón corrugado. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala, facultad de ingeniería, abril de 1998. 52 pp
4. CONTEC International. Norma colombiana NYC 2446. Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Colombia (no especifica año)
5. De León Urizar, Walter Cristian. Páneles de Concreto Liviano Reforzado con fibras de Maguey Tesis Ing. civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala, Facultad de Ingeniería, julio 1984. 97 pp
6. Espina Lee, Edwin Romeo. Páneles de concreto liviano con refuerzo de bambú (Construcción y evaluación). Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala, Facultad de Ingeniería, julio 1984. 66 pp

7. Herrera Prera, Julio Roberto. Sistema constructivo a base de páneles de madera y bambú. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala, Facultad de Ingeniería, julio 1989. 48 pp.

8. Herrera Segura, Hugo Ismael. Fabricación y evaluación experimental de paneles a base de yeso. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala, Facultad de Ingeniería, noviembre de 1984. 58 pp.

9. Instituto Nacional de Normalización. INN Chile. Normas Chilenas Oficiales NCh 801 NCh 802, NCh 803, NCh 804NCh 805, NCh 806. Chile. Oficial al año de 2003.

10. Mertins Luna, Bruno. Prefabricados. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala, facultad de ingeniería noviembre de 1975. 44 pp.

11. Saiz Conchenzo, Constantino. Páneles Reticart. Tesis Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos, Guatemala, Facultad de Ingeniería, julio 1970. 63 pp.

ANEXOS



Standard Terminology Relating to Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials¹

This standard is issued under the fixed designation D 1554; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

INTRODUCTION

The terms included in this terminology are intended to apply to a family of lignocellulosic panel materials specially manufactured for use industrially as components (core, facing, or panels) of furniture, cabinets, and the like, and in building construction as siding, sheathing, partitions, door cores and paneling, acoustical treatments, and as structural components there and elsewhere where the combination of thickness, panel size, and properties satisfy a particular need. The usual alternative materials to these wood-base panel materials are wood in the form of lumber and plywood, plastics, inorganic fiber cement boards, and gypsum board.

The terms used and defined herein differ slightly from some practice. Modifications appeared to be desirable to clarify the nomenclature since confusion exists because of the similarity of some existing terms with those for other materials. The use of the terms herein will do much to standardize the terms pertaining to cellulosic fiberboard, hardboard, and particleboard, the principal materials included. The board or panel materials included are those derived from wood and the woody tissue of such plants as bagasse, flax, and straw. They fall into two general groups: (1) those manufactured from lignocellulosic fibers and fiber bundles where in manufacture the interfelting of the fibers and a natural bond are characteristics, and (2) those boards manufactured from a wide range in size and shape of particles ranging from fine elements approaching fibers in size to large flakes which are blended with synthetic resin adhesive and consolidated into boards characterized by the resin bond and usually known as resin-bonded particleboards or more commonly as particleboards.

1. Terminology

GENERAL DEFINITIONS

fibrous-felted boards—a felted wood-base panel material manufactured of refined or partly refined lignocellulosic fibers characterized by an integral bond produced by an interfelting of fibers and in the case of certain densities and control of conditions of manufacture by ligneous bond, and to which other materials may have been added during manufacture to improve certain properties.

medium-density fiberboard (MDF)—a composite panel product composed primarily of cellulosic fibers in which the primary source of physical integrity is provided through addition of a bonding system cured under heat and pressure. Additives may be introduced during the manufacturing process to improve certain properties. MDF density at the time of manufacturing, is typically between 500 kg/m³(31

lb/ft³) and 1000 kg/m³(62 lb/ft³), based on a reported moisture content at the time of weight and volume measurements.

particleboards—a generic term for a composite panel primarily composed of cellulosic materials, generally in the form of discrete pieces or particles, as distinguished from fibers, bonded together with a bonding system, and that may contain additives.

wood-base fiber and particle panel materials—a generic term applied to a group of board materials manufactured from wood or other lignocellulosic fibers or particles to which binding agents and other materials may be added during manufacture to obtain or improve certain properties. Composed of two broad types, fibrous-felted and particleboards.

wood-cement board—a panel material where wood usually in the form of excelsior is bonded with inorganic cement.

CLASSIFICATION OF FIBROUS-FELTED BOARDS

cellulosic fiberboard—a generic term for a homogeneous panel made from lignocellulosic fibers (usually wood or cane) characterized by an integral bond produced by interfelting of the fibers, to which other materials may have been

¹ This terminology is under the jurisdiction of ASTM Committee D07 on Wood and is the responsibility of Subcommittee D07.03 on Panel Products.

Current edition approved Feb. 10, 2001. Published April 2001. Originally published as D 1554 – 58 T. Last previous edition D 1554 – 00.

added during manufacture to improve certain properties, but which has not been consolidated under heat and pressure as a separate stage in manufacture, said board having a density of less than 31 lb/ft³ (specific gravity 0.50) but having a density of more than 10 lb/ft³ (specific gravity 0.16).

hardboard—a generic term for a panel manufactured primarily from inter-felted lignocellulosic fibers (usually wood), consolidated under heat and pressure in a hot-press to a density of 31 lb/ft³ (specific gravity 0.50) or greater, and to which other materials may have been added during manufacture to improve certain properties.

medium-density hardboard—a hardboard as previously defined with a density between 31 and 50 lb/ft³ (specific gravity between 0.50 and 0.80).

high-density hardboard—a hardboard as previously defined with a density greater than 50 lb/ft³ (specific gravity 0.80).

CLASSIFICATION OF PARTICLEBOARDS

low-density particleboard—a particleboard as previously defined with a density of less than 640 kg/m³ (40 lb/ft³) based on a reported moisture content at the time of weight and volume measurements.

medium-density particleboard—a particleboard as previously defined with a density between 640 – 800 kg/m³ (40 – 50 lb/ft³) based on a reported moisture content at the time of weight and volume measurements.

high-density particleboard—a particleboard as previously defined with a density greater than 800 kg/m³ (50 lb/ft³) based on a reported moisture content at the time of weight and volume measurements.

NOTE 1—It is the industry practice to measure density of particleboards on the basis of moisture content and volume at time of test.

TERMS RELATING TO WOOD-BASE FIBER AND PARTICLE PANEL MATERIALS

air-felting—forming of a fibrous-felted board from an air suspension of damp or dry fibers on a batch or continuous forming machine (sometimes referred to as the dry or semi-dry process).

binder—an extraneous bonding agent, either organic or inorganic, used to bind particles together to produce a particle board.

chips—small pieces of wood chopped off a block by ax-like cuts as in a chipper of the paper industry, or produced by mechanical hogs, hammermills, etc.

curls—long flat flakes manufactured by the cutting action of a knife in such a way that they tend to be in the form of a helix.

factory-finished boards—boards with a factory-applied surface as, for example, powder or liquid coatings or overlays. These finished boards require no further field finishing.

factory-primed boards—boards with a factory-applied primer that requires subsequent finishing in the field.

fibers—the slender threadlike elements or groups of wood fibers or similar cellulosic material resulting from chemical or mechanical defiberization, or both, and sometimes referred to as fiber bundles.

flat-platen pressed—a method of consolidating and hot pressing a panel product in which the applied pressure is

perpendicular to the faces.

flake—a small wood particle of predetermined thickness specifically produced as a primary function of specialized equipment of various types, with the cutting action across the direction of the grain (either radially, tangentially, or at an angle between), the action being such as to produce a particle of uniform thickness, essentially plane of the flakes, in over-all character resembling a small piece of veneer.

heat-treating—the process of subjecting a wood-base panel material (usually hardboard) to a special heat treatment after hot pressing to increase some strength properties and water resistance.

hot-pressing—process for increasing the density of a wet-felted or air-felted mat of fibers or particles by pressing the dried, damp, or wet mat between platens of hot-press to compact and set the structure by simultaneous application of heat and pressure.

particle—the aggregate component of a particle board manufactured by mechanical means from wood or other lignocellulosic material (comparable to the aggregate in concrete) including all small subdivisions of wood such as chips, curls, flakes, sawdust, shavings, slivers, strands, wood flour, and wood wool. Particle size may be measured by the screen mesh that permits passage of the particles and another screen upon which they are retained, or by the measured dimensions as for flakes and strands.

sawdust—wood particles resulting from the cutting and breaking action of saw teeth.

shaving—a small wood particle of indefinite dimensions developed incidental to certain woodworking operations involving rotary cutterheads usually turning in the direction of the grain; and because of this cutting action, producing a thin chip of varying thickness, usually feathered along at least one edge and thick at another and usually curled.

sizing agent—asphalt, rosin, wax, or other additive introduced to the stock for a fibrous-felted board, prior to forming, or added to the blend of particles and resin for a particle board, to increase water resistance.

slivers—particles of nearly square or rectangular cross-section with a length parallel to the grain of the wood of at least four times the thickness.

strand—a wood flake having a minimum predetermined length-to-width ratio of 2:1.

tempering—the manufacturing process of adding to a fiber or particle panel material a siccative material such as drying oil blends of oxidizing resin which are stabilized by baking or other heating after introduction.

wafer—a wood flake having a predetermined length of at least 1³/₁₆ in. (30 mm).

wet-felting—forming of a fibrous-felted board mat from a water suspension of fibers and fiber bundles by means of a deckle box, fourdrinier, or cylinder board machine.

wood flour—very fine wood particles generated from wood reduced by a ball or similar mill until it resembles wheat flour in appearance, and of such a size that the particles usually will pass through a 40-mesh screen.

wood wool (excelsior)—long, curly, slender strands of wood used as an aggregate component for some particleboards.

TERMS DESCRIBING WOOD-BASE FIBER AND PARTICLE PANEL PRODUCTS

acoustical board—a low-density, sound absorbing cellulosic fiberboard having a factory-applied finish and a fissured, felted-fiber, slotted or perforated surface pattern provided to reduce sound reflection. Usually supplied for use in the form of tiles.

building board—a natural finished multi-purpose cellulosic fiberboard.

extruded particleboard—a particleboard manufactured by forcing a mass of particles coated with an extraneous binding agent through a heated die with the applied pressure parallel to the faces and in the direction of extruding.

hardboard underlayment—a service-grade hardboard made or machined to close thickness tolerances for use as a leveling course and to provide a smooth surface under floor covering materials.

insulating formboard—a specially fabricated cellulosic fiberboard designed for use as a permanent form for certain poured-in-place roof constructions.

insulating roof deck—a cellulosic fiberboard product designed for use in open-beam ceiling roof construction. The product is composed of multiple layers of structural insulating board laminated together with water-resistant adhesive.

intermediate fiberboard sheathing—a cellulosic fiberboard sheathing product, approximately 22 lb/ft³, used in frame construction under masonry veneer, siding, shingles, and stucco.

mat-formed particleboard—a particleboard in which the coated particles are formed first into a mat having substantially the same length and width as the finished board before being flat-platen pressed.

nail-base fiberboard sheathing—a specially manufactured cellulosic fiberboard product, approximately 25 lb/ft³, designed for use in frame construction to permit the direct application of certain exterior siding materials such as wood or cement-asbestos shingles.

particleboard corestock—common name given to particle board manufactured for use as a core for overlaying.

particleboard panel stock—common name given to particle board manufactured primarily for use as panel material, and in which the surfaces may be treated to obtain decorative effects.

particleboard underlayment—an underlayment grade particleboard made or machined to close thickness tolerances for use as a leveling course and to provide a smooth surface under floor covering materials.

perforated hardboard—hardboard with closely spaced factory punched or drilled holes.

planned-to-caliper hardboard—hardboard that is machined to a close thickness tolerance.

roof insulation board—structural insulating board fabricated for use as above-deck roof insulation.

service hardboard—a hardboard of about 55 lb/ft³ (specific gravity 0.88) density intended for use where standard strength board is not required and better dimensional stability is desired.

screen-back hardboard (S1S)—hardboard with a reverse impression of a screen on the back produced when a damp or wet mat is hot-pressed into a board and dried in the press.

sheathing—cellulosic fiberboard for use in housing and other building construction, which may be integrally treated, impregnated or coated to give it additional water resistance.

shingle backer—a specially fabricated sheathing-grade cellulosic fiberboard used as a backer strip in coursed shingle construction.

sound-deadening board—a specially manufactured cellulosic fiberboard product for use in building construction in wall and floor assemblies to reduce sound transmission.

smooth - two - side hardboard (S2S)—hardboard produced from a dry mat pressed between two smooth hot platens.

standard hardboard—hardboard substantially as manufactured at the end of hot pressing, except for humidification to adjust moisture content, trimming to size, and other subsequent machining, and having the properties associated with hardboard meeting specifications for that quality product.

tempered hardboard—a hardboard subjected to tempering as previously defined or specially manufactured with other variation in usual process so that the resulting product has special properties of stiffness, strength, and water-resistance associated with boards meeting specifications for that quality product.

tempered service hardboard—service hardboard, as previously defined, which has been given a tempering treatment to improve such properties as stiffness, strength, and water resistance.

textured boards—boards that are factory produced with a nonplaner surface by, for example, molding, embossing, machining, or post-forming or any combination of these processes.

2. Keywords

2.1 fiber and particle panels; particle board; wood based

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).