



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**

**TÍTULO DE ARQUITECTO**

**Tableros acústicos para paredes internas de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato (PET) y aserrín.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**AUTORA:** Hidalgo Tapia, Paola Fernanda

**DIRECTOR:** Villacís Suárez Carlos Iván, Arq.

**LOJA – ECUADOR**

2017



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

*Septiembre, 2017*

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Arquitecto.

Carlos Iván Villacís Suárez

### DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mis consideraciones:

El presente trabajo de titulación: **“Tableros acústicos para paredes internas de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato (PET) y aserrín”** realizado por **Hidalgo Tapia Paola Fernanda**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, enero del 2017

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Hidalgo Tapia Paola Fernanda declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: **“Tableros acústicos para paredes internas de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato (PET) y aserrín”**, de la Titulación de Arquitectura, siendo Carlos Iván Villacís Suárez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

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

f).....

Autora: Hidalgo Tapia Paola Fernanda

Cédula: 1103867840

## **DEDICATORIA**

Primeramente dedicar el presente trabajo a Dios, que me ha dado la oportunidad de poder dar este gran paso, darme fortaleza y sobre todo darme el apoyo incondicional de mis abuelitos paternos Julia y Luis quienes han sido un pilar fundamental a lo largo de toda mi vida, enseñándome que con sacrificio se logra lo que uno se propone, a mi papá Fernando ayudándome en mis estudios, brindándome su apoyo en todo momento, mi mamá Paulina quien ha sido una buena consejera para poder salir adelante y a mi enamorado Fernando quien ha estado siempre para mí, ayudándome en cada momento, de todo corazón gracias a todos por ser parte de mi vida.

**Paola H.**

## AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por la vida que me brinda día a día para poder culminar mi estudio profesional, a mis abuelitos paternos, padres y enamorado por el apoyo brindado a lo largo de este tiempo.

A la Universidad Técnica Particular de Loja y a la Escuela de Arquitectura por haberme acogido durante toda la carrera.

A mi director de trabajo de fin de titulación Arq. Carlos Villacís, por sus consejos, apoyo y sobre todo paciencia para poder culminar la investigación.

Al Ing. Ángel Tapia e Ing. Alonso Zúñiga, de la titulación de Ingeniería Civil UTPL, por el apoyo y colaboración brindada en la ejecución de la investigación.

Al Ing. Patricio Ortega amigo de la familia quien me ha brindado su ayuda y conocimientos desinteresados en el desarrollo de la investigación, a mis amigos de carrera y en especial a Priscila Jaramillo quienes han sido parte de grandes experiencias y apoyos.

A todos ellos, muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. PORTADA DE TESIS	i
II. CERTIFICACION	ii
III. CESIÓN DE DERECHOS	iii
IV. DEDICATORIA	iv
V. AGRADECIMIENTO	v
VI. INDICE DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
PROBLEMÁTICA	4
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5
HIPOTESIS	5
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1. PRODUCCIÓN DE LA RESINA, EL PLÁSTICO Y LA MADERA.</b>	<b>6</b>
1.1. Resina	7
1.1.1. Introducción	7
1.1.2. Grupo termoestable	7
1.1.3. Resinas y sus diferentes mezclas	9
1.1.4. Costos de DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso	10
1.1.5. Ventajas de DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso	10
1.1.6. Características de la resina vinil-éster	11
1.2. El plástico	11
1.2.1. Introducción	11
1.2.2. Grupo termoplástico	14
1.2.3. Método de reciclaje del plástico	14
1.2.4. Reciclaje	15
1.2.4.1. Reciclado de plástico	15
A. Reciclado mecánico	16
B. Reciclado químico	17
1.2.4.2. Características del PET reciclado	19
1.2.5. Procesamiento de los plásticos	20

1.2.6. El plástico como materia de refuerzo	21
1.3. La madera	21
1.3.1. Introducción	21
1.3.2. Influencias de las dimensiones de las partículas sobre las propiedades del tablero	22
1.3.2.1. Influencia del largo de las partículas	22
1.3.2.2. Influencia del espesor de las partículas	23
1.3.2.3. Influencia del ancho de las partículas	23
1.3.3. ¿Cuál es el residuo de madera que se produce, y qué se hace con ello?	24
1.3.4. Características físicas	24
1.3.5. Características mecánicas	27
1.3.6. Clasificación de la madera	28
1.3.7. Aplicaciones de la madera	29
1.4. Aditivos. Tipo y característica	29

## CAPITULO II

### 2. MATERIALES COMPUESTOS ACÚSTICOS Y TABLERO

<b>PREFABRICADO PARA PAREDES</b>	<b>30</b>
2.1. Materiales compuestos	31
2.1.1. Componentes de los composites	31
2.1.1.1. La matriz. Tipo y característica	32
A. Tipo de matrices	32
2.1.2. ¿En qué aporta un material compuesto?	33
2.1.3. Elaboración de las materias plásticas	34
2.2. Tableros	36
2.2.1. Industria de tableros de viruta OSB	37
2.2.1.1. Introducción	37
2.2.1.2. Tableros de viruta OSB	37
A. Materiales	39
a. Madera	39
b. Adhesivos	39
B. Obtención de la viruta	39
a. Astillado	40
b. Secado	41
c. Encolado	41
d. Formación de la manta	41

e. Prensado	42
f. Acabado	43
g. Almacén	43
C. Condiciones de los locales de fabricación	44
2.2.2. Aplicaciones de los tableros	44
2.2.3. El tablero como sistema de prefabricación	44
2.2.4. Métodos para la elaboración de tableros	45
2.2.4.1. Método húmedo	45
2.2.4.2. Método seco	45
2.2.4.3. Adhesivos y aditivos	46
2.2.4.4. Prensado	46
2.2.5. Proceso de instalación del tablero prefabricado	46
2.2.5.1. Fijaciones	47
2.2.5.2. Montaje	49
2.2.6. Tableros prefabricados encontrados en el medio de la ciudad de Loja	50
2.2.7. Proceso constructivo del panel	51
2.2.7.1. Sistema drywall	52
A. Ancho de muros	54
B. Ventajas de usar drywall	55
2.3. Acústica	55
2.3.1. Materiales aislantes	55
2.3.1.1. Materiales fibrosos	55
A. Fibras minerales	55
B. Fibras vegetales	56
2.3.1.2. Aislantes con estructura celular	56
A. Aislantes minerales y vegetales	56
B. Espumas plásticas	56
2.3.2. El sonido	57
2.3.2.1. Onda	57
A. Clases de onda	57
B. Parámetros que definen una onda	57
2.3.3. El ruido	58
2.3.3.1. Efectos del ruido	58
2.3.3.2. Clasificación	59
A. Ruidos aéreos	59
B. Ruidos de impacto	59

C. Ruidos provocados por vibraciones	59
2.3.4. Medidas de los sonidos	59
2.3.4.1. Nivel de presión acústica	59
2.3.4.2. El decibelio	60
2.3.5. Sonómetro. Aparato de medida	60
2.3.6. Comportamiento del sonido en locales cerrados	60
2.3.6.1. Absorción	60
2.3.7. Aislamiento acústico	60
2.3.7.1. Propagación de los ruidos aéreos	61
2.3.7.2. Vías de transmisión de ruidos aéreos	62
2.3.7.3. Clasificación de aislamiento según tipo de muro	62
2.3.7.4. Aislamiento para muros dobles o múltiples	63
A. Separación entre elementos o cámaras de aire	63
B. Amortiguación de la cámara	64
2.3.7.5. Medidas de aislamiento acústico	65
A. Transmisión sonora	65
B. Transmisión acústica	66
2.4. Normas aplicadas a tableros de madera y a aislamiento acústico	67

### CAPITULO III

<b>3. PROPUESTA, FABRICACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN DE TABLEROS</b>	<b>73</b>
3.1. Introducción	74
3.2. Obtención y recolección de los materiales a utilizar	74
3.2.1. DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso	74
3.2.2. Plástico polietileno tereftalato PET	75
3.2.3. Aserrín	75
3.3. Tratamiento y clasificación de los materiales de refuerzo	76
3.3.1. Plástico polietileno tereftalato PET	76
3.3.2. Aserrín	76
3.4. Equipos	77
3.5. Descripción de la preparación de la mezcla	78
3.6. Propuestas de tableros aglomerados de fibras y partículas	79
3.6.1. Tableros de fibras	79
3.6.2. Tableros de fibras y partículas	81
3.6.3. Cuadro de resultados	87

3.7. Procedimientos de ensayos de las dosificaciones propuestas	88
3.7.1. Ensayo acústico	90
3.7.1.1. Procedimiento	91
3.7.1.2. Análisis de resultados	98
3.7.2. Ensayo de absorción de agua	100
3.7.2.1. Procedimiento	101
3.7.2.2. Resultados de pruebas de absorción de agua	102
3.7.3. Ensayo de compresión	103
3.7.3.1. Procedimiento	104
3.7.3.2. Resultados de pruebas a compresión	105
3.7.4. Ensayo de flexión	106
3.7.4.1. Procedimiento	106
3.7.4.2. Resultados de pruebas a flexión	107
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>4. CONSTRUCCIÓN DE UNA PARED</b>	<b>109</b>
4.1. Construcción de tablero	110
4.2. Determinación de medidas para la elaboración del tablero tipo	110
4.3. Propuesta del proceso constructivo de una pared	111
4.3.1. Procedimiento y resultados	111
4.3.2. Materiales	115
4.4. Precios unitarios de los tableros propuestos	115
4.4.1. Precio unitario del tablero completo	117
4.4.2. Presupuesto general de un tablero acústico	119
4.4.3. Análisis comparativos del tablero acústico vs. materiales en el medio	120
COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	122
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso	10
2. Tipos de composites	31
3. Orientación de las fibras de refuerzo	32
4. Proceso de fabricación de tableros OSB	40
5. Obtención de viruta	40
6. Secadero de viruta	41
7. Encolado de tambor giratorio	41
8. Formadora de banda peinada	42
9. Formadora de rodillos de protección	42
10. Formadora por orientación electrostático	42
11. Diagrama de prensado	43
12. Método húmedo	45
13. Adhesivos de urea – formaldehído	46
14. a) Tipos de sistemas constructivos con madera; b) Sistema de prefabricación con tableros	47
15. Montaje de paredes	50
16. Armado de estructura	52
17. Estructura galvanizada	53
18. Colocación de placas drywall	53
19. Colocación de fibra de vidrio	53
20. Sellador de juntas	54
21. Aislamiento sonoro de un muro	62
22. Muro con placa aislante	64
23. Equipo para el ensayo de reducción de la presión sonora, aislamiento térmico y atenuación al impacto. Para aislamiento térmico se recubre el interior con placas de yeso laminado.	65
24. Transmisión sonora	66
25. Disposición de ensayo	71
26. Proceso y evolución del ensayo	72
27. DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso	75
28. Plástico	75
29. Aserrín	75
30. A) Plástico lavado; B) Plástico secándose	76
31. A) Malla para cernir arena 7/16 y harnero de aluminio; B) Plástico Cernido	76

32. A) Aserrín secándose; B) Cernidor; C) Aserrín cernido	77
33. Materiales y herramientas para elaboración de probetas	78
34. Material antes de la clasificación, A) Plástico; B) Aserrín	78
35. Clasificación del material, A) Fibra; B) Partícula; C) Resina	78
36. Equipos a utilizar, A) Caja acústica; B) Parlantes: SP-U115 genius; C) Sonómetro: 850013	91
37. Materiales para ensayos de probetas, A) Calibrador; B) Balanza eléctrica; C) Recipientes	101
38. Probetas antes de ser sumergidos, A) Medida; B) Grosor; C) Peso	101
39. Probetas después de ser sumergidos, A) En agua; B) Grosor; C) Peso	101
40. Equipos para ensayos de probetas, A) Calibrador; B) Balanza; C) ACCU-TEK; D) VESA-TESTER	103
41. Probeta 1 al ser sometida, A) Probeta inicial; B) En la máquina; C) Sometida a carga, D) Recuperándose	104
42. Probeta 2 al ser sometida, A) En el equipo; B) Peso máximo en el equipo; C) Luego de ser sometida	105
43. Equipos para ensayos de probetas, A) Calibrador; B) Balanza eléctrica; C) Versa-Tester	106
44. Probeta 1 y 2 al ser sometidas, A) Probeta inicial; B) Sometida a carga; C) En recuperación	107
45. Tableros aplicados en paredes, A) Tablero No 3 de 25x25x1 cm, B) Tablero No 2 de 30x30x1 cm.	110
46. Módulos constructivos	110
47. Estructura metálica track y stud	111
48. Estructura metálica, uniones	111
49. Tornillo punta de broca autoperforante	112
50. Fijación del tornillo	112
51. Fijaciones del panel	112
52. Cara del acabado	113
53. Empaste, A) Mezcla, B) Colocación	113
54. Aplicación del sándwich en división interior	114
55. Acabado sándwich	114
56. Acabado liso	114
57. Tablero acústico para pared interna m <sup>2</sup>	116
58. Sistema acústico: tablero acústico + gypsum	117
59. Empastado de paredes interiores	118



## ÍNDICE DE TABLAS

1. Características de la resina	7
2. Mezclas sugeridas para acabados arquitectónicos	10
3. Características del PET	12
4. Características del PET y RPET	15
5. Características de la madera	22
6. Densidad aparente de las maderas	25
7. Propiedades físicas de las materias plásticas y no plásticas	36
8. Distancia de fijaciones para tableros	47
9. Distancia entre apoyos para paredes	50
10. Características de los tableros de yeso	52
11. Espesores estándar de elementos para drywall	54
12. Características mínimas para tableros	67
13. Dimensiones mínimas para tableros	68
14. Condiciones acústicas norma NBE-CA-88	70
15. Equipos e implementos	77
16. Tableros aglomerados P1 (fibra - cola)	79
17. Tableros aglomerados P2 (fibra - resina- vinil)	80
18. Tableros aglomerados P3 (fibra - partículas – cemento – agua - vinil)	81
19. Tableros aglomerados P4 (fibra - partículas – resina - vinil)	82
20. Tableros aglomerados P5 (fibra - partículas - resina)	83
21. Tableros aglomerados P5.1 (fibra - partículas - resina)	84
22. Tableros aglomerados P5.2 (fibra - partículas - resina)	85
23. Tableros aglomerados P5.3 (fibra - partículas - resina)	86
24. Cuadro de resultados de los tableros aglomerados	87
25. Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 25x25x1 cm.	89
26. Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 30x30x1 cm.	89
27. Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 10x10x15 cm.	90
28. Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 12x24x1 cm.	90
29. Disposición de los tableros con cámara de separación de 1.5 cm a cada lado	92
30. Recubriendo una cara y con cámara de separación de 4 cm.	96
31. Aislamiento acústico de los tableros con cámara de separación de 1.5 cm.	99
32. Aislamiento acústico de los tableros con cámara de separación de 4 cm.	100

33. Materiales para ensayos de absorción de agua	101
34. Resultados de ensayos de las probetas P5	102
35. Materiales para pruebas de compresión	103
36. Determinación de resistencia a compresión del material propuesto	105
37. Materiales para ensayos de flexión	106
38. Determinación de resistencia a flexión de las probetas	108
39. Presupuesto tablero acústico completo	120
40. Precios unitarios para pared m <sup>2</sup> con gypsum	121
41. Precios unitarios para pared m <sup>2</sup> con mdf	121

## RESUMEN

La excesiva forma de desechar los materiales como el plástico y el aserrín conlleva a realizar en este trabajo una reutilización de dichos materiales, uniéndolo con la resina de vinil acrílica multiuso para lograr obtener una mezcla adecuada y conseguir tableros que sean utilizados en paredes y a la vez sirvan de aislamiento acústico, realizados bajo parámetros establecidos y lograr integrarlos en el ámbito constructivo. Los tableros realizados son de fácil fabricación y a la vez ayuda al medio ambiente.

### **Palabras claves:**

Tablero acústico, reciclaje y reutilización de materiales PET y aserrín.

## **ABSTRACT**

The excessive way to dispose of the materials like plastic and sawdust leads to perform in this work a reuse of such materials, by merging it with the multipurpose acrylic vinyl resin to achieve a proper mix and get boards that are used for the walls and at the same time serve of acoustic insulation, conducted under established parameters and to integrate them in the field of construction. The boards are easy to manufacture and at the same time helps the environment.

### **Keywords:**

Acoustic, recycling and reuse of materials PET and sawdust.

## INTRODUCCIÓN

La disposición de residuos de las ciudades constituye una preocupación para los gobiernos. Cuando la misma se realiza en forma inadecuada, se genera contaminación. (18)

El cuidado y la protección del medio ambiente en los últimos años se ha ido degradando de manera fácil y rápida, debido a la mala disposición de los desechos originados por las diferentes actividades del hombre ocasionando una gran contaminación en el suelo, generando un índice preocupante que ha llevado a buscar medidas para disminuir tal contaminación.

La fabricación de objetos con plástico se ha ido incrementando masivamente y por lo tanto se incrementa la generación de desechos luego de ser consumidos, es por ello que según análisis, "Alumnos de 11 planteles recolectaron 7 toneladas de botellas en el año 2013 en tan solo 3 meses los cuales eran comercializados por el Municipio y las recicladoras a 50 centavos el kilo para que ese dinero lo utilicen en su establecimiento" (1). Ellos ya dan una motivación suficiente para podernos dar cuenta del daño que nos hacemos si a esos envases no se los trata y se generan nuevos usos que eviten su disposición final en botaderos públicos y en áreas naturales, que es más grave, si consideramos el volumen que se genera a diario. Ante esta disponibilidad de materia prima con el estudio que se está proponiendo existe la posibilidad de que aplicando un tratamiento mecánico para obtener la fibra de plástico mediante una trituradora de plásticos, poderla mezclar con las fibras de madera obtenidas de un proceso mecánico de un aserrío y la resina de vinil acrílica multiuso, para obtener diferentes tipos de probetas las cuales van a ser sometidos a ensayos como acústica, absorción, flexión y resistencia a la compresión para finalmente al obtener el mejor resultado de dicha mezcla, poder fabricar un tablero acústico para paredes internas de una vivienda y así aportar en la disminución de este tipo de desechos de envases de plástico PET y evitar que ya no causen más daños en el medio ambiente por su alta contaminación que nos afecta día a día y a la vez al calentamiento global que se está produciendo porque dichos plásticos necesitan de 100 a 1000 años para poder ser degradados en su totalidad.

Actualmente en la ciudad de Loja se generan en aserríos una gran cantidad de desechos de madera, producidos mediante procesos mecánicos de sierras y cepilladoras, según datos proporcionado por el propietario de un aserrío indica que mensualmente se produce una tonelada de desechos, que son comercializados para ser usados en la ganadería, en la industria avícola y en la fabricación de ladrillo. Las partículas generadas en el proceso de trabajo mecánico de la madera circulan por efecto

del viento en el ambiente circundante, afectando la salud de las familias que habitan cerca de un aserrío.

A partir de los 70, han aparecido los «composites», que hoy en día son materiales nuevos de mayor producción y aplicación, lo que explica que, en muchos casos, se crea que composites y nuevos materiales son la misma cosa. (5)

## **PROBLEMÁTICA**

El alto consumismo que existe actualmente en la sociedad, donde todos generamos más de 780 mil toneladas anuales, dentro de todos los residuos sólidos que tiramos 30% es PET, por lo tanto no se recicla ni el 20% de lo que se genera (49), considerando que la industria de alimentos y bebidas las ofrezca en envases PET por su bajo costo, y que luego de ser consumido el contenido, una parte de los envases son reciclados, otra parte es depositado en los botaderos municipales y el resto por la falta de conciencia de las personas es arrojado en el campo abierto, generando un contaminación ambiental sin precedentes que día a día se multiplica por el continuo incremento del volumen de envases PET fabricados. La situación se vuelve más crítica si se considera que de acuerdo a estudios, los envases plásticos requieren de cientos de años para degradarse y a su vez se demora en liberar el carbono que posee.

La industria de la construcción en constante crecimiento, demanda el uso de la madera como elemento indispensable dentro del proceso constructivo, por lo que los aserríos tienen que tratarla mecánicamente con sus diferentes equipos de acuerdo a la necesidad de los usuarios, lo que genera un volumen considerable de desechos llamados aserrín y viruta, que mientras se acumula para luego ser comercializado, las partículas más finas son trasladadas por acción del viento al ambiente circundante afectando la salud de trabajadores y vecinos de los aserríos, debido a que la degradación natural de los residuos de la industria maderera es casi nula.

## **JUSTIFICACIÓN**

Como se indicó anteriormente la contaminación a la que estamos abocados y que es generada por las diferentes actividades del ser humano, no pueden ser suprimidas. Lo que sí se puede es buscar maneras de usar los desechos generados y convertirlos en productos nuevos útiles para la sociedad.

Este trabajo de investigación busca aprovechar las propiedades físicas y químicas de los desechos de los envases PET y del aserrín para mediante la conformación de un composite con la utilización de una resina como material aglomerante, crear un tablero con características de aislamiento acústico, que contribuya a la industria de la construcción. De esta manera se contribuye a disminuir la cantidad de materiales de deshecho que contaminan el ambiente, y a la vez se aporta con un nuevo material de construcción.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Obtener un tablero acústico para paredes a partir de la reutilización de fibra artificial (PET), fibra natural (madera de encofrado) y resina de vinil acrílica multiuso.

### **Específicos**

- Plantear un método de reciclaje de envases PET post consumo y de la fibra de madera, convenientes para la elaboración de un tablero para interiores de las viviendas de la ciudad de Loja.
- Analizar la composición física, ensayos mecánicos y acústicos de las fibras artificiales y naturales con resina de vinil acrílica multiuso que permitirán la fabricación del tablero acústico para pared.
- Determinar la utilización de la mezcla de las fibras de PET, fibras de madera y el aglomerado de resina de vinil acrílica multiuso para la conformación de tableros acústicos para pared.

## **HIPÓTESIS**

El tablero obtenido de la mezcla de fibras artificiales (plástico PET), fibras naturales (madera de encofrado) y aglomerante (resina de vinil acrílica multiuso), brinda la facilidad de ser utilizados en las paredes internas de una vivienda como un aislante acústico.

## **CAPITULO I**

### **PRODUCCIÓN DE LA RESINA, EL PLÁSTICO Y LA MADERA.**

## 1.1 Resina

### 1.1.1 Introducción <sup>(5)</sup>

Dentro del campo de la construcción, las matrices más empleadas son las termoestables, dentro de éstas, las de poliéster, viniléster, fenólicas y epoxi.

Sin embargo, las matrices termoestables reúnen, en general unas características comunes que enumeramos a continuación:

- Viscosidad muy baja antes del curado.
- Estabilidad térmica.
- Resistencia química.
- Poca fluencia y relajación por tensión.
- Buena capacidad de preimpregnado.
- Facilidad de fabricación.
- Economía.

Tabla 1. Características de la resina

<b>Temperatura</b>	Resiste hasta 140 °C
<b>Características</b>	Baja viscosidad, buena trabajabilidad.
<b>Tiempo de curado</b>	Rápido tanto a temperaturas ambientes como a altas temperaturas.
<b>Rango de aplicaciones</b>	Amplia, debido a los diferentes tipos que existen
<b>Resistencia</b>	Buena resistencia eléctrica
<b>Relación</b>	Magnífica en calidad/precio
<b>Propiedades</b>	Buena en los composites, aunque inferior a los conseguidos con algunas otras resinas.

Elaboración: Propia 2016

### 1.1.2 Grupo termoestable <sup>(21)</sup>

Es el más conocido, comprendiendo las materias plásticas fenol-formaldehído, urea-formaldehído, etc. Todos son compuestos polímeros, estando formados por la asociación de moléculas más simples, formando cadenas que, cuando han perdido el

agua, se llama condensación, y la fabricación de las materias plásticas se hace, generalmente, por condensación o polimerización.

**Materias plásticas laminadas:** Se preparan con las materias plásticas antes citadas, tanto para usos industriales como decorativos, impregnando materiales fibrosos, como papel, tejidos de algodón, lana, amianto, vidrio, obteniéndose tableros, tubos y piezas industriales.

Las materias fibrosas se impregnan, generalmente, por inmersión en disoluciones de resinas o materias plásticas, introduciéndose en una cubeta y haciendo pasar después por laminadores, que, además de quitar el exceso de resina, las comprimen y secan, en grandes prensas hidráulicas, calentadas a 150° y presión de 100-150 kg/cm<sup>2</sup> por el calor y presión, las resinas se endurecen y polimerizan, formando un conjunto muy duro. Los tubos y varillas se obtienen por moldeo o por arrollamiento sobre mandriles calientes.

Se obtienen láminas con una densidad de 1.35 y resistencia a la tracción de 500 a 1000 kg/cm<sup>2</sup>, empleándose en decoración por tener la superficie lisa, brillante, dura y diversas coloraciones. Los tipos transparentes y translúcidos se utilizan en instalaciones decorativas para iluminación de escaparates, pudiendo incrustarse láminas metálicas.

En la industria son muy empleadas las láminas de fenol-formaldehído en la fabricación de ruedas, piñones silenciosos y para cojines de laminadores.

**Resinas acrílicas:** Se obtienen de los ácidos acrílicos obtenidos a partir del acetileno, mediante tratamiento por ácido cianhídrico, dando cianhidrinas, y por saponificación los ácidos acrílicos mera-acrílicos.

Polimerizando dichos ácidos acrílicos, se convierten en un cuerpo llamado metacrilato de polimetilo sólido, transparente, y que comercialmente se le conoce por plexiglás o perpex, y también vidrio orgánico. Es el más ligero de las sustancias transparentes: densidad, 1.19; no inflamable, ni amarillea con la exposición a la luz, calor y humedad, no agrietándose incluso en agua hirviendo.

Por su transparencia, ligereza y resistencia, se emplea en lugar del vidrio de silicato en las vidrieras de los sanatorios, por ser permeable a los rayos ultravioletas. Se fabrican también láminas onduladas para claraboyas, y en forma de lámina plana, se usan mucho para iluminaciones indirectas, por presentar la propiedad óptica de la flexión total, lo que permite dar la sensación de brillar por sí misma.

Por sus propiedades ópticas se emplea en la fabricación de lentes en toda clase de aparatos, por tener un índice de refracción análogo al Crown-glas, ligereza,

inalterabilidad y perder resistencia choques fuertes. Otra aplicación muy interesante es que, coloreando, permite fabricar accesorios de cuarto de baño, puertas, ventanas, molduras, etc.

**Resinas vinícolas:** Se preparan por la acción de los ácidos clorhídricos o acéticos sobre el acetileno, y por polimerización se obtienen los cloruros o acetatos de polivinilo, productos de gran elasticidad o rigidez, resistentes a los productos químicos, por lo que su aplicación más importante es la de tuberías, al poderse soldar, doblar, estirar, etc., análogamente a las metálicas, pesando la cuarta parte que las de hierro, y al ser transparentes, permiten ver el desplazamiento de los líquidos.

Otra aplicación muy importante es como aislante de la electricidad. Las fibras encuentran una gran aplicación en la fabricación de tejidos resistentes al desgaste, como las tapicerías, cortinajes, etc.

### 1.1.3 Resinas y sus diferentes mezclas.

- La resina vinil-éster su manejo, aspecto y olor es similar a las de poliéster al venir también disueltas en estireno. Su contracción durante la reticulación es menor, originando menos huecos y, por tanto aumentando todas las propiedades, tanto mecánicas como de resistencia química y durabilidad. La resistencia al impacto mejora sustancialmente, dando lugar al reforzarla con "kevlar" a composites de alta tenacidad. (5)
- DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso de alta calidad que brinda una excelente adherencia a diferentes sustratos para ligar pigmentos y rellenos. Sirve para preparar empastes, chafados, grafiados, texturas, selladores y para preparar mampostería en general. (30)

Leer las siguientes instrucciones técnicas del envase antes de usar el producto:

- La superficie debe estar libre de grasa, aceite, humedad, polvo y cualquier otro elemento que la contamine.
- Antes de usar DISMAFLEX, mezcle o agite bien. Ver tabla de mezclas sugeridas (Tabla 2). (30)

**Tabla 2.** Mezclas sugeridas para acabados arquitectónicos

ESPACIO	ACABADOS	MATERIALES	CANT. DE MATERIAL	RENDIMIENTO TEÓRICO
Interior	Empaste	Carbonato tipo A/B	55 libras	8 m2 sobre pared paletaada
		DISMAFLEX	3 litros	
		Espesante	½ libra	12 m2 sobre pared lisa
		Agua	6 litros	
	Chafado	Carbonato tipo A	22 libras	15 m2 sobre pared lisa
		DISMAFLEX	3 litros	
		Espesante	4 onzas	
		Agua	7 litros	
	Texturas	Carbonato tipo A/B	28 libras	15 m2 sobre pared paletaada
		DISMAFLEX	3 litros	
		Espesante	4 onzas	20 m2 sobre pared paletaada
		Agua	7 litros	

Fuente: DISMAFLEX Resina Vinil Acrílica Multiuso

Elaboración: Propia 2016



**Figura 1.**  
DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso  
Fuente: DISMA

#### 1.1.4 Costos de DISMAFLEX resina vinil multiuso

En la ciudad de Loja-Ecuador el costo de un tarro de resina que contiene 1 kg neto tiene el costo de 4 dólares.

#### 1.1.5 Ventajas de DISMAFLEX resina vinil multiuso

- Entre las principales características de desempeño se encuentra: la resistencia a la abrasión, al agua, no acumula polvo, excelente estabilidad mecánica, durable en el exterior, flexible.
- Excelente adherencia con sustratos.
- Es compatible con cargas inorgánicas como el carbonato de calcio natural, silicato de aluminio, baritina y tiza, se recomiendan otros aditivos y humectantes antes de su incorporación a la dispersión.
- Para preparar recubrimiento para grafiados, chafados, empastes y texturas en general interiores y exteriores.

### 1.1.6 Características de la resina vinil-éster <sup>(5)</sup>

- Buenas cualidades mecánicas, y, de forma particular, excelentes resistencia a la fatiga.
- Excelente fluidez, o baja viscosidad, que facilita su impregnabilidad y moldeo.
- Buena adhesión con las fibras de refuerzo.
- Resistencia a la corrosión incluso en agua caliente.
- Estabilidad contra agentes químicos y disolventes.
- Tiempo de curado rápido.
- Alta contracción durante el curado.

## 1.2 El plástico

### 1.2.1 Introducción

En la actualidad, lo más utilizado son los envases del PET, material que ha dejado a un lado al vidrio y al PVC en el mercado.

#### **Polietileno de tereftalato:**

En cuestión de su codificación, principalmente es utilizado en envases para gaseosas, agua mineral, cosméticos, aceites, mayonesa, salsas, etc. También en películas transparentes, fibras textiles laminados de barrera en productos alimenticios, envases al vacío, películas radiográficas y en cintas de video y audio. (3)

#### **Propiedades principales del PET:**

- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.
- Alta resistencia al desgaste.
- Buenas propiedades térmicas.
- Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad.
- Alta rigidez y dureza.
- Superficie barnizable.
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras. (4)

#### **Excepción:**

El PET cristalizado (opaco) tiene buena resistencia a temperaturas de hasta 230 ° C. (4)

### Ventajas principales del PET:

- Brillo
- Transparencia
- Barrera a gases u aromas. (4)

### Características principales del PET:

- Biorientación: Permite lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.
- Cristalización: Permite lograr resistencia térmica para utilizar bandejas termoformadas en hornos a elevadas temperaturas de cocción.
- Esterilización: El PET resiste esterilización química con óxido de etileno y radiación gamma. (4)

Tabla 3. Características del PET

<b>Acumulación</b>	Genera problemas sanitarios lo que conlleva a buscar alternativas para su reutilización.
<b>GAD Municipal</b>	Ayuda al reciclaje y disminución de dichos envases.
<b>Por qué reciclar?</b>	Porque los plásticos son obtenidos a base del petróleo; el cual es un producto escaso y cada vez más costoso.
<b>Tiempo de descomposición</b>	De 100 a 1000 años
<b>Destino final</b>	Orillas del Río y lotes baldíos
<b>Composición</b>	Características físicas y químicas que son las principales causantes de la contaminación.
<b>Finalidad</b>	Solucionar problemas ambientales.
<b>Ejemplo de reciclaje</b>	Once planteles en el año 2013 recolectaron 7 toneladas de envases plásticos en tan solo 3 meses. Comerciadados por el Municipio y recicladoras. Pagados a 50 ctv. El kilo para que el dinero recolectado lo utilicen en sus establecimientos. (1)

Fuente: Propia 2016  
Elaboración: Propia 2016

## MATERIAS PLÁSTICAS ARTIFICIALES

Las materias plásticas artificiales son sustancias de origen generalmente orgánico, producidas por medios químicos, capaces de adquirir forma por el calor y la presión, conservándola después y alcanzando grandes resistencias mecánicas. (21)

También se las denomina resinas sintéticas, debido a su apariencia vítreoamorfa, después del endurecimiento el producto fundido, por su analogía con las resinas naturales. (21)

Químicamente se consideran como disoluciones sólidas coloidales procedentes de productos naturales u obtenidos por síntesis mediante procesos de condensación, polimetización y asociación de moléculas de pequeña magnitud generalmente consta de dos componentes: el aglutinante, que es la resina, la cual comunica solidez y elasticidad, y la materia de relleno, que les da dureza. (21)

Las materias plásticas artificiales datan de fines del siglo pasado, pues aunque Mr. Parkes inventó la primera, el celuloide, en 1855, hasta fines de siglo no adquirió el desarrollo industrial. Por el mismo tiempo, Goodyear vulcanizó el caucho con azufre, preparando la ebonita, de todas conocidas. Después el holandés Dr. Backenland, en 1909, patentó la bakelita en Norteamérica, habiéndose sucedido constantemente el descubrimiento y fabricación de toda clase de materias plásticas, gracias al esfuerzo combinado de muchos hombres de ciencia, como el químico americano Dr. Carothers, que, en unión de doscientos químicos e ingenieros, descubrió el nylon, después de diez años de incesantes trabajos. (21)

Las primeras materias empleadas en la fabricación de las materias plásticas se pueden obtener de pocos productos: cal, carbón, sal, celulosa, agua, aire, y se pueden agrupar así: del alquitrán de hulla se obtienen el fenol, cresol y benceno; del nitrógeno sintético, a partir del aire, se obtiene el metanol, formaldehído, urea y ácido nítrico; del carburo de calcio se obtiene el acetileno para las materias vinílicas; del alcohol y acetona se preparan las materias polieténicas. (21)

Clasificación: Las materias plásticas se clasifican de varias formas: por su origen químico, empleo, etc.; pero la generalmente adoptada es la que establece los tres grupos siguientes: termoestables, termoplásticas y proteínas plásticas. (21)

Cada grupo comprende un cierto número de sustancias distintas, con propiedades y usos particulares, pudiendo hacerse variar mediante procesos de fabricación y ser transparentes, opacas, rígidas o elásticas. (21)

Todas tienen un factor común, que en las termoestables es que, una vez elaborada por calor y presión, permanece rígida e inalterable, y sólo se puede cambiar de forma a los objetos fabricados mediante operaciones mecánicas de aserrado, cortado, taladrado, etc. El grupo termoplástico presenta la propiedad común de poder cambiar de forma por el calor y la presión, una vez fabricadas, sin que se varíe su composición química, pudiendo los recortes volverse a utilizar y trabajar por flexión, torsión, etc., como el celuloide. (21)

### **1.2.2 Grupo termoplástico**

Comprende las materias plásticas o resinas sintéticas que se reblandecen por el calor, pudiendo volver a moldearse nuevamente cuantas veces se quiera, sin que se modifique o varíe el material, como, por ejemplo, el celuloide. Se incluyen los plásticos derivados de la celulosa, resinas acrílicas, vinílicas, materias plásticas de proteínas y algunas otras, como el micalex. (21)

### **1.2.3 Método de reciclaje del plástico**

La utilización de plásticos reciclados para la elaboración de elementos constructivos nació de una inquietud ecológica del equipo de investigación, que reconoce la importancia del reciclado para reducir la cantidad de residuos que se entierran sin utilidad alguna, o que se acumulan y queman en basurales a cielo abierto produciendo contaminación. (19)

#### **Propiedades del PET reciclado:**

Las diferencias que existen entre el PET reciclado mecánicamente con las del PET virgen dan como resultado un decremento en el peso molecular, junto con un incremento en el ácido carboxílico, color y nivel de acetaldehído. (2)

Estudios han demostrado que el RPET (PET reciclado) posee un módulo de Young menor, mayor elongación a la rotura y mayor resistencia al impacto que el PET virgen. Así, el RPET es más dúctil mientras el PET virgen es más frágil; este es un resultado de las diferencias en la cristalinidad entre los materiales. (2)

**Tabla 4.** Características del PET y RPET

<b>Propiedad</b>	<b>PET virgen</b>	<b>RPET</b>
Módulo de Young [MPa]	1890	1630
Resistencia a la rotura [MPa]	47	24
Elongación a la rotura [%]	3,2	110
Resistencia al impacto [J m-1]	12	20
IV (dl g-1)	0.72 – 0.84	0.46 – 0.76
Temperatura de fusión (°C)	244 - 254	247 - 253
Peso molecular (g mol-1)	81600	58400

Fuente: Polymer recycling, recycling of PET.

Elaboración: Propia 2016

#### **1.2.4 Reciclaje**

El reciclaje consiste en someter un material o producto ya utilizado a un nuevo ciclo de tratamiento total o parcial, para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos en el ciclo de la reutilización, esto se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales y para eliminar de forma eficaz los desechos. (3)

##### **1.2.4.1 Reciclado de plástico <sup>(3)</sup>**

Principalmente se debería minimizar el volumen y peso de los residuos para resolver el problema global de los mismos. Toda gestión de los residuos plásticos debe comenzar por la reducción en la fuente.

La reducción en la fuente se refiere directamente al diseño y a la etapa productiva, principalmente de envases antes de ser consumidos. Es una manera de concebir los productos con un nuevo criterio ambiental; generar menos residuos. Y esto es aplicable a todas las materias primas: vidrio, papel, carbón, aluminio y plástico.

En el caso de los residuos plásticos, la reducción en la fuente es responsabilidad de la industria petroquímica (fabricante de los diferentes tipos de plásticos), de la industria transformadora (que toma esos plásticos para fabricar los diferentes productos finales), y de quien diseña el envase (envasador).

También podría decirse que al consumidor le corresponde una buena parte de la responsabilidad, ya que es quien tiene la facultad de elegir entre un producto que ha sido concebido con criterio de reducción en la fuente y otro que derrocha materia prima y aumenta innecesariamente el volumen de los residuos.

Las principales ventajas de la reducción en la fuente son:

- Disminuye la cantidad de residuos, es mejor no producir residuos que resolver que hacer con ellos.
- Ayuda a que los rellenos sanitarios no se saturen rápidamente.
- Se ahorran recursos naturales, energía, materia prima y recursos financieros.
- La reducción en la fuente aminora la polución y el efecto invernadero.
- Requiere menos energía transportar materiales más livianos. Menos energía significa menos combustible quemado, lo que implica a su vez menor agresión al ambiente.

Para el reciclaje de plástico se deben separar los distintos tipos de plásticos en fracciones individuales. Luego existen dos opciones para el reciclaje de plásticos, mecánica o química.

#### **A. Reciclado mecánico <sup>(3)</sup>**

El reciclado mecánico es la conversión de los desechos plásticos post-industriales o post-consumo en gránulos que pueden ser utilizados en la producción de otros productos, dicho reciclado hace posible obtener diferentes plásticos en determinadas proporciones o productos compuestos por un único tipo de plástico. El reciclaje mecánico consta de las siguientes etapas:

- Trituración para obtener hojuelas
- Remoción de contaminantes
- Lavado
- Secado
- Aglutinado

- Extrusión para formar pellets (materia prima para realizar nuevos objetos)

**a) Trituración**

El plástico es fragmentado en pequeñas partes con un molino especial.

**b) Remoción de contaminantes**

En esta etapa son removidos los diferentes tipos de contaminantes por ejemplo etiquetas, papel otros contaminantes.

**c) Lavado**

Después de la remoción de contaminantes, el plástico pasa por una etapa de lavado para eliminar la suciedad. Es preciso que el agua de lavado reciba un tratamiento para su reutilización o emisión como afluente.

**d) Secado**

En esta etapa se retira el agua que se encuentra junto al material, el método utilizado es conocido como centrifugado, aquí el material pasa por una centrifugadora la cual retira el exceso de agua.

**e) Aglutinación**

Además de completar el secado, el material es compactado, reduciéndose así el volumen que será enviado a la extrusora. La fricción de los fragmentos contra la pared del equipo rotativo provoca el aumento de la temperatura, formándose así una masa plástica. El aglutinador también se utiliza para la incorporación de aditivos, tales como cargas, pigmentos y lubricantes.

**f) Extrusión**

La extrusora funde y vuelve a la masa plástica homogénea. A la salida de la extrusora se encuentra el cabezal, del cual sale un “espagueti” continuo que es enfriado con agua. Enseguida, el “espagueti” es picado en un granulador transformando en pellet (granos plásticos).

**B. Reciclado químico <sup>(3)</sup>**

El reciclado químico se trata de diferentes procesos mediante los cuales las moléculas de los polímeros son craqueadas (rotas) dando origen nuevamente a materia prima

básica que puede ser utilizada para fabricar nuevos plásticos.

El reciclado químico comenzó a ser desarrollado por la industria petroquímica con el objetivo de lograr las metas propuestas para la optimización de recursos y recuperación de residuos. Algunos métodos de reciclado químico ofrecen la ventaja de no tener que separar tipos de resina plástica, es decir, que pueden tomar residuos plásticos mixtos reduciendo de esta manera los costos de recolección y clasificación. Dando origen a productos finales de muy buena calidad. Los principales procesos existentes son:

**a) Pirólisis**

Es el craqueo de las moléculas por calentamiento en el vacío. Este proceso genera hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías.

**b) Hidrogenación**

En este caso los plásticos son tratados con hidrógeno y calor. Las cadenas poliméricas son rotas y convertidas en un petróleo sintético que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.

**c) Gasificación**

Los plásticos son calentados con aire o con oxígeno. Así se obtienen los siguientes gases de síntesis: monóxido de carbono e hidrógeno, que pueden ser utilizados para la producción de metanol o amoníaco o incluso como agentes para la producción de acero en hornos de venteo.

**d) Quimiólisis**

Este proceso se aplica a poliésteres, poliuretanos, poli acetales y poliamidas. Requiere altas cantidades separadas por tipos de resinas. Consiste en la aplicación de procesos solvolíticos como hidrólisis, glicólisis o alcoholólisis para reciclarlos y transformarlos nuevamente en sus monómeros básicos para la repolimerización en nuevos plásticos.

**e) Metanólisis**

Es un avanzado proceso de reciclaje que consiste en la aplicación de metanol en el PET. Este poliéster (el PET), es descompuesto en sus moléculas básicas, incluido el dimetiltereftalato y el etilenglicol, los cuales pueden ser luego

repolimerizados para producir resina virgen. Varios productos de polietilentereftalato están intentando desarrollar este proceso para utilizarlo en las botellas de bebidas carbonadas. Las experiencias llevadas a cabo por empresas como Hoechst-Celanese, DuPont e Eastman han demostrado que los monómeros resultantes del reciclado químico son lo suficientemente puros para ser reutilizados en la fabricación de nuevas botellas de PET.

Estos procesos tienen diferentes costos y características. Algunos, como la Quimiólisis y la Metanólisis, requieren residuos plásticos separados por tipo de resina. En cambio la pirólisis permite utilizar residuos plásticos mixtos.

#### **1.2.4.2 Características del PET reciclado <sup>(3)</sup>**

El PET generalmente se lo encuentra en diferentes tipos de envases como gaseosas, agua, aceites, shampoo, además como empaques para productos en general. Esto hace que el PET post consumo se encuentren junto o mezclado con otros tipos de plástico como por ejemplo etiquetas de PEAD, tapa de PP y PVC. La presencia de estos plásticos en los artículos a reciclar origina que el PET presente turbidez, como también los adhesivos que en presencia de calor degradan al material disminuyendo su viscosidad.

Se debe tener presente que las propiedades del PET reciclado se degradan y se inicia por reacciones que rompen las cadenas moleculares. Los tipos de descomposición de plásticos son:

- **Degradación térmica:**

Se presenta cuando el polímero es expuesto a elevadas temperaturas, originando cambios químicos en la estructura del material. Las impurezas o aditivos que contiene el plástico reaccionan con la matriz en presencia de calor.

- **Degradación mecánica:**

Se lleva a cabo por los efectos microscópicos que producen los esfuerzos de cizalla; estos generan calor de fricción, iniciando el rompimiento de cadenas. La degradación mecánica se controla con la velocidad del husillo.

- **Degradación por radiación química:**

Que se efectúa cuando se expone al polímero a una radiación de energía electromagnética como son los rayos X o rayos gamma, o por radiación de partículas como electrones o neutrones. A este tipo de exposición solo muy pocos plásticos resisten, por este motivo no todos los materiales se pueden esterilizar.

- **Degradación química:**

La misma que se refiere estrictamente a los cambios que se producen cuando el plástico tiene contacto con ácidos, bases, solventes y reactivos.

En la industria de transformación de plásticos, existen dos formas de degradación: térmica y la mecánica.

La degradación del material se incrementa según al número de historias térmicas, originando que en determinada cantidad de pasadas, el plástico se descomponga totalmente. Las características de PET reciclado se conservan con la ayuda de aditivos especiales, como el estabilizador de fosfito y el estabilizador fenólico/fosfito.

### **1.2.5 Procesamiento de los plásticos <sup>(33)</sup>**

En la industria de los plásticos, participan los manufactureros de las resinas básicas, a partir de productos químicos básicos provenientes del petróleo y de sus gases y que suelen producir la materia prima en forma de polvo, gránulos, escamas, líquidos ó en forma estándar como láminas, películas, barras, tubos y formas estructurales y laminados, participan también los procesadores de plásticos que conforman y moldean las resinas básicas en productos terminados. En la conformación y moldeo de las resinas se utilizan también diversos componentes químicos o no, que le proporcionan al producto terminado ciertas características especiales, dentro de ellos tenemos:

- Las cargas, que sirven de relleno, dar resistencia, dar rigidez al moldeo o bajar los costos de producción, dentro de ellos tenemos el aserrín, tejidos de algodón, limaduras de hierro, fibra de vidrio, etc.
- Colorantes, para proporcionar color al producto terminado, son de origen mineral como los óxidos, se proporcionan en forma de polvos y en forma de resinas de

óleo.

- Aditivos como los endurecedores para las resinas líquidas, espumantes y desmoldantes para el moldeo.

Una de las más amplias ramas de la industria de los plásticos comprende las compañías que producen a partir de películas y láminas artículos como cortinas, impermeables, artículos inflables, tapicería, equipajes, en general artículos de: tocador, cocina, etc. Para la producción de todos estos artículos se hace necesario también la participación de un diseñador y un estampador para el acabado final. Los métodos de moldeo y conformados más común son el moldeo por prensa, moldeo por inyección prensada, por inyección, moldeo por soplado de cuerpos huecos, termoformado, calandrado, refuerzo, recubrimientos, como pintura dura, maquinado, unión y colado en moldes.

### **1.2.6 El plástico como materia de refuerzo**

El PET es un polímero y un tipo de materia plástica derivada del petróleo. Su denominación técnica es Polietilén Tereftalato o Politereftalato de etileno. Empezó a ser utilizado como materia prima en fibras para la industria textil y la producción de films. En la actualidad se emplea en la fabricación de envases para gaseosas, dentífricos, lociones, aguas, jugos, etc; fabricación de láminas y películas para cajas, blisters, medicamentos, cosméticos; fabricación de carcasas de motores y envases resistentes a congelamiento. (20)

## **1.3 La Madera**

### **1.3.1 Introducción**

La madera está constituida por el conjunto de tejido que forma la masa de los troncos de los árboles, desprovistos de su corteza.

Es el material de construcción más ligero, resistente y de fácil trabajo utilizado por el hombre desde los primeros tiempos; y, según Vitrubio, el árbol le indicó la columna, de tanta importancia constructiva. (21)

**Tabla 5.** Características de la madera

<b>Tipo</b>	Encofrado
<b>Obtenido</b>	Residuos de un aserrío
<b>Proceso mecánico</b>	<b>Sierras:</b> Fibra muy pequeña
<b>Residuo proveniente de:</b>	Sangre de Gallina
<b>Plantación</b>	Región Oriente
<b>Fuentes de abastecimiento</b>	Aserríos de la ciudad
<b>Empresa más grande</b>	Novopan
<b>Empresa</b>	Aglomerados Cotopaxi
<b>Aserrío Local</b>	Aserrío y Taller "LOS CEDROS" (Av. Pío Jaramillo entre Cuba y Brasil)

Fuente: Propia 2016

Elaboración: Propia 2016

### **1.3.2 Influencia de las dimensiones de las partículas sobre las propiedades del tablero**

Las dimensiones de las partículas tienen un efecto importante sobre la forma en que se desarrolla el proceso de fabricación y sobre las propiedades de los tableros. El control de la geometría de las partículas empleadas es fundamental para dirigir el proceso de fabricación. (34)

#### **1.3.2.1 Influencia del largo de las partículas**

Al aumentar el largo de las partículas, algunos autores indican que todas las propiedades del tablero aumentan, en contraposición de la mayoría, que coincide en que las reacciones son diferentes en las distintas propiedades mecánicas. (35)

Se ha determinado que al aumentar el largo de las partículas, la propiedad mecánica de flexión, tanto en el módulo de elasticidad (MOE), como en el módulo de rotura (MOR), se afecta en forma positiva. (36)

El caso contrario sucede con la propiedad de tracción perpendicular al plano, al aumentar el largo de las partículas, esta decrece. (34)

Las propiedades físicas no se ven afectadas o esta afección es mínima, al cambiar el largo de las partículas. Según algunos autores el hinchamiento aumenta al decrecer el largo (37), sin embargo una gran mayoría de autores coinciden en que variaciones en el largo no afecta el hinchamiento. (38)

En el caso de la estabilidad dimensional, el tamaño de las partículas es un factor muy influyente, pero entre ellas, el largo es la dimensión con menor influencia. (34)

#### **1.3.2.2 Influencia del espesor de las partículas**

El efecto del espesor, al igual que el efecto del largo de las partículas sobre las propiedades del tablero, es diferente según el tipo de resistencia que se le mida al tablero. Es así como la propiedad de flexión baja al aumentar el espesor de las partículas. (36)

Otras propiedades mecánicas, como el cizalle y extracción de tornillos, son influidas por variaciones del espesor, pero estas reacciones han sido tan poco estudiadas, se puede decir, que estas reacciones son muy pequeñas, excepto en el caso de extracción de tornillos cuando las partículas son excesivamente gruesas, con lo que se aumenta considerablemente esta resistencia. (39)

#### **1.3.2.3 Influencia del ancho de las partículas**

El ancho es la dimensión de las partículas que tiene menor o ninguna influencia sobre las propiedades de los tableros. (34)

La resistencia a la tracción perpendicular, se incrementa al aumentar el ancho de las partículas. (34)

Sobre las propiedades físicas de los tableros, no tiene un efecto importante el ancho de las partículas. (34)

### 1.3.3 ¿Cuál es el residuo de madera que se produce, y qué se hace con ello?

La viruta y aserrín son desechados debido a que no se ha encontrado, hasta la fecha, un uso rentable para ellos. Sin embargo, estos residuos pueden ser utilizados en la industria de tableros de fibra; al respecto, se tiene conocimiento de experiencias en otros países que utilizan hasta el 44% de residuos de los aserraderos como materia prima para la obtención de tableros de fibras, cuya producción a nivel mundial presenta un aumento constante debido a la tendencia de sustituir madera sólida por elementos livianos con alto grado de resistencia y variedad de densidades y superficies. (7)

### 1.3.4 Características físicas <sup>(21)</sup>

Las propiedades de la madera dependen del crecimiento, edad, contenido de humedad, clases de terreno y distintas partes del tronco.

**HUMEDAD:** la madera contiene agua de constitución, inherente a su naturaleza orgánica, agua de saturación, que impregna las paredes de los elementos leñosos, y agua libre, absorbida por capilaridad por los vasos y traqueidas.

Como la madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. El agua libre desaparece totalmente al cabo de un cierto tiempo, quedando además del agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmósfera que rodea a la madera, hasta conseguir un equilibrio, diciéndose que la madera está secada al aire.

La humedad de la madera varía entre límites muy amplios. En la madera recién cortada oscila entre el 50 y 60 %, y por imbibición puede llegar hasta el 250 y 300 %.

La albura contiene más agua que el duramen, y los árboles apeados en invierno, más que los cortados en primavera.

La madera secada al aire contiene del 10 al 15 % de su peso de agua, y como las distintas mediciones físicas están afectadas por el tanto por ciento de humedad, se ha convenido en referir los diversos ensayos a una humedad media internacional del 15%.

La humedad de las maderas se aprecia, además del procedimiento de pesadas, de probetas, humedad y desecadas, y el colorimétrico, por la conductividad eléctrica, empleando higrómetros eléctricos.

Éstas variaciones de humedad hace que la madera se hinche o contraiga, variando su volumen y, por consiguiente, su densidad. (21)

**DENSIDAD:** La densidad real de las maderas es sensiblemente igual para todas las especies a 1,56.

La densidad aparente varía no solo de unas especies a otras, sino aun en la misma, con el grado de humedad y sitios del árbol, siendo más densa el duramen que la albura en la seca, y en la base y cogolla que en el tronco, y para hallar la densidad media de un árbol hay que sacar probetas de varios sitios.

Como la densidad aparente comprende el volumen de los huecos y los macizos, cuanto mayor sea la densidad aparente de una madera, mayor será la superficie de sus elementos resistentes y menor el de sus poros.

La densidad aparente de las maderas más corrientes, secadas al aire, son:

**Tabla 6.** Densidad aparente de las maderas

Pino común	0,32 – 0,76 Kg./dm. <sup>3</sup>
Pino negro	0,38 – 0,74 Kg./dm. <sup>3</sup>
Pino-tea	0,83 – 0,85 Kg./dm. <sup>3</sup>
Abeto	0,32 – 0,62 Kg./dm. <sup>3</sup>
Pinabete	0,37 – 0,75 Kg./dm. <sup>3</sup>
Alerce	0,44 – 0,80 Kg./dm. <sup>3</sup>
Roble	0,71 – 1,07 Kg./dm. <sup>3</sup>
Encina	0,95 – 1,20 Kg./dm. <sup>3</sup>
Haya	0,60 – 0,90 Kg./dm. <sup>3</sup>
Alamo	0,45 – 0,70 Kg./dm. <sup>3</sup>
Chopo	0,45 – 0,54 Kg./dm. <sup>3</sup>
Olmo	0,56 – 0,82 Kg./dm. <sup>3</sup>
Nogal	0,60 – 0,81 Kg./dm. <sup>3</sup>

Fuente: Materiales de construcción

Elaboración: Propia 2016

Las maderas se clasifican por su densidad aparente en: pesadas, si es mayor de 0,8; ligeras, si está comprendida entre 0,5 y 0,7; y muy ligeras, las menores de 0,5. (21)

**CONTRACCIÓN E HINCHAMIENTO:** La madera cambia de volumen según la humedad que contiene. Cuando pierde agua, se contrae o merma, siendo mínima en la dirección axial o de las fibras, no pasa del 0,8 %; de 1 a 7,8 %, en dirección radial, y de 5 a 11,5 %, en la tangencial.

La contracción es mayor en la albura que en el corazón, originándose tensiones por desecación que agrietan y alabean la madera, estando la convexidad en el duramen, y si se obtiene una pieza que contenga corazón, duramen y albura, se contrae más por los extremos (albura): de aquí que el mejor despiece sea el radial.

El hinchamiento se produce cuando absorbe humedad. La madera sumergida aumenta poco de volumen en sentido axial o de las fibras, y de un 2,5 al 6 %, en el perpendicular: pero en peso, el aumento oscila del 50 al 150 %. La madera aumenta de volumen hasta el llamado punto de saturación (20-25 % de agua), y a partir de él no aumenta más de volumen, aunque siga absorbiendo agua. Hay que tener, pues muy presentes estas variaciones de volumen en las piezas que hayan de estar sometidas a oscilaciones de sequedad y humedad, dejando los huelgos necesarios para que los empujes que se produzcan no comprometan la estabilidad de la obra. (21)

**DUREZA:** La dureza de la madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavar, etc. Depende de su densidad, edad, estructura y si se trabaja en el sentido de sus fibras o en el perpendicular. Cuanta más vieja y dura es, mayor resistencia opone. La madera de corazón es más dura que la de albura; la crecida lentamente, más que la crecida de prisa.

Por su dureza se clasifican en: muy duras: ébano, serbal, encina y tejo; bastante duras: roble, arce, fresno, álamo, acacia, cerezo, almendro; algo duras: castaño, haya, nogal, aliso, pino pinaster y carrasco, peral y manzano; blandas: abeto, alerce, pino, sauce; muy blandas: el tilo, chopo. (21)

**HENDEBILIDAD:** o propiedad de separar la madera por cortes en sentido de sus fibras, paralelos al eje del tronco. El rajado es más fácil en sentido de los radios por facilitarlos los radios medulares, siendo más hendibles cuanto más dura, densa, carezca de nudos, tengan fibras rectas y con el calor. Las maderas más hendibles son las de encina, pino, abeto, arce haya y aliso. (21)

**CONDUCTIVIDAD:** La madera seca es mala conductora del calor, y electricidad, pero húmeda se hace conductora de ésta.

La conductividad es mayor en el sentido longitudinal que en el radial o transversal, y más las maderas pesadas que las ligeras o porosas, por lo cual se emplean como aisladores térmicos en los mangos, pavimentos, paredes, etc. (21)

**DILATACIÓN TÉRMICA:** El coeficiente de dilatación lineal de la madera es muy pequeño, pudiendo ser despreciado, pues en el abeto  $35 \times 10^{-7}$  y en el pino  $7 \times 10^{-6}$ . (21)

**DURACIÓN:** La duración de la madera varía mucho con la clase y medio. A la intemperie, y sin impregnar, depende de las alternativas de sequedad y humedad; el roble dura cien años; álamo, sesenta-noventa; pino y alerce, cuarenta- ochenta; haya, cincuenta; sauce, treinta; aliso, cien años; olmo, noventa; haya, setenta; pino, cincuenta. La madera de roble y haya, impregnadas, tienen una duración casi similar.

La madera empotrada o enterrada en el suelo depende de la naturaleza del terreno; la arcilla y la arena húmeda es en el que más dura; después, en arena seca, y muy poco en el terreno calizo.

Se admite como duración media de la madera enterrada la de diez años. (21)

### 1.3.5 Características mecánicas

Las propiedades mecánicas de las madera dependen del grado de humedad que contengan y de la densidad. La humedad tiene tanta importancia en la resistencia a la compresión que, por término medio, por cada variación de  $\pm 1\%$  de humedad, la resistencia varía  $\pm 4\%$ .

El ingeniero francés MONNIN ha propuesto un método de cotas, basado en la proporcionalidad dentro de una misma especie forestal, entre la densidad de la madera y su resistencia a los diferentes esfuerzos, y supone que para una misma clase de madera o especie, el número y distribución de los elementos histológicos y la constitución de las paredes celulares es la misma, variando exclusivamente el espesor de las paredes, o sea su resistencia.

Para que los resultados sean comparables, hay que tomar la densidad media de una pieza y referirla a la humedad normal del  $15\%$ . (21)

### 1.3.6 Clasificación de la madera <sup>(21)</sup>

Para averiguar a qué especie pertenece una madera, pueden servir sus propiedades físicas de densidad, dureza, color, granos, vetas, etc; pero la clasificación científica está basada en los caracteres histológicos de su estructura anatómica: vasos, fibras, parénquima, radios medulares, poros areolares, canales resiníferos, etc.

Por su estructura anatómica se clasifican las maderas en coníferas o resinosas, de la clase botánica de las gimnospermas, y frondosas, de las angiospermas dicotiledóneas.

A las coníferas pertenecen las especies más antiguas de fines de la era primaria, propias de las zonas frías y templadas; suministran las mejores y más apreciadas maderas de construcción por sus características de trabajo y resistencias mecánicas.

Las frondosas aparecieron al final de la era secundaria; son propias de las zonas templadas y tropicales; proporcionan las maderas aptas para ebanistería, por su aspecto y calidad.

En las frondosas, el tejido vascular es independiente que el de sostén, y en las resinosas forman un solo elemento, a la vez conductor y de sostén, que son las traqueidas o fibras aeroladas. En las frondosas aparecen, además, los radios medulares y parénquima, y los radios medulares y canales resiníferos, en las coníferas o resinosas.

### MADERA DE ÁRBOLES <sup>(29)</sup>

SANGRE: (Otoba Glycyarpa) (Otros nombres comunes: guapa, sangre de gallina): Árbol hasta 30 m de altura y 80 cm de DAP; raíces tablares incipientes, engrosadas. Corteza en árbol adulto, parada-oscura, con abundante tejido muerto y fácil de desprender con los dedos, suave, volviéndose polvo al estrujarlo entre los dedos, corteza interna roja vertiendo abundante sabia roja-oscura (como sangre). Ramificación verticilada, muy notoria en árboles jóvenes. Ramitas pardas oscuras, cilíndricas. Hojas simples, alternas, dísticas, 10-18 x 5-8 cm, pardas-oscuras por el envés, oblongas a oblongas-elípticas, cariáceas; las hojas jóvenes con una franja más oscura a lo largo del nervio medio por el envés; nervación pinnada. Inflorescencia en racimo axilar zigzagueante. Flores en fascículos sobre el pedúnculo. Flores largamente pediceladas, gamotépalas, con tres lóbulos ovados ligeramente recurvados, a: 1.3 mm de largo. Fruto una cápsula globosa, 2.5-4 cm de diámetro; semilla una, redonda, cubierta por un anillo crema laciniado. Es la especie de Otoba más común sobre suelos bien drenados en la parte oriental del país. (29)

### 1.3.7 Aplicaciones de la madera <sup>(21)</sup>

La madera se emplea en construcción, en carpintería de taller y armar, cimentaciones con pilotes, apeos de minas, traviesas de ferrocarril, postes, encofrados de hormigón, etc.

Además, se fabrica la pasta de papel, nitrocelulosa o algodón pólvora, seda artificial, destilación, carbonización, extractos tánicos, etc.

Modernamente ha sido objeto de nuevas elaboraciones, como la madera contrachapada, laminada, comprimida, plástica, etc.

**MADERA PLÁSTICA:** La madera verde de roble, especialmente, y la de nogal y arce, impregnadas de una disolución saturada de urea sintética y calentada a 100° C., se vuelve plástica, pudiéndose, en caliente, curvar, torcer y comprimir, conservando la forma que se le haya dado al enfriarse.

Los desperdicios de la madera impregnada de urea, como astillas, viruta y aserrín, sometidos a elevadas presiones y temperaturas, dan un producto plástico análogo a las resinas sintéticas.

### 1.4 Aditivos. Tipo y característica

Los aditivos suelen utilizarse en la fabricación de los composites cada vez con más frecuencia, aunque en proporciones inferiores a las empleadas para las cargas. Pueden ser de varios tipos: lubricantes, desmoldeantes, estabilizantes, ignifugantes, fungicidas o colorantes.

Es muy importante que el aditivo elegido sea compatible con los demás componentes del compuesto y que sus propiedades sean, como mínimo, las exigidas al composite, para no disminuir las características exigidas al mismo. (5)

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES COMPUESTOS Y TABLERO PREFABRICADO PARA PAREDES**

## 2.1 Materiales compuestos

Material compuesto es aquél construido por dos, o más componentes cuyas propiedades son superiores a las que tienen cada uno por separado, permaneciendo todos perfectamente identificables en la masa del elemento. (5)

### 2.1.1 Componentes de los composites (5)

Este trabajo se va a realizar mediante un compuesto donde casi todos los denominados composites están constituidos por dos fases: una, sustentante o matriz, y otra, reforzante, que está inmersa o firmemente adherida a la primera.

La fase matriz del composite suele ser la más tenaz, aunque también la menos resistente y dura. La fase reforzante suele ser, por el contrario, la de mayor resistencia y con más alto módulo elástico, pero también la de mayor fragilidad. La combinación y compensación de dureza y blandura, fragilidad y tenacidad en los compuestos bien diseñados hace que estos materiales tengan muchas aplicaciones y respondan a muy variadas exigencias constructivas.

En definitiva, podemos decir que la fibra aporta rigidez y resistencia y que la matriz es flexible y poco resistente, aglomera las fibras, les da forma y transmite los esfuerzos entre fibras.

Dentro de los composites se pueden establecer tres tipos:

- Composites particulados, cuya fase inmersa en la matriz se compone de partículas con formas más o menos aproximadas a la esférica.

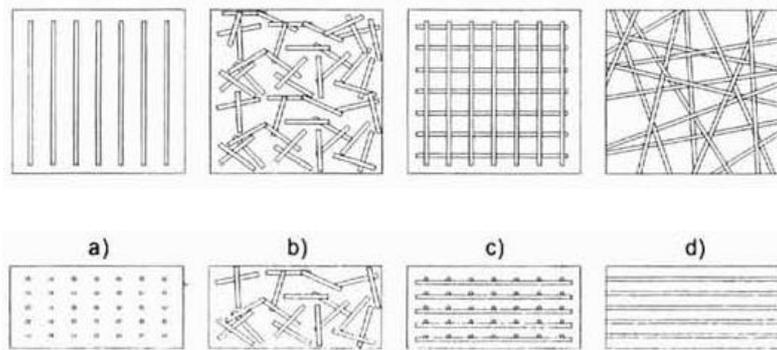


Figura 2. Tipos de composites

Fuente: Características y aplicaciones en la edificación

- Composites fibrosos, llamados así cuando el material de refuerzo está formado por fibras, esto es, por elementos en los que una dimensión predomina notablemente sobre las otras dos. Dentro del compuesto, las fibras de refuerzo pueden quedar orientadas de diversas formas.
  - a) de forma unidireccional (fibras largas)
  - b) de manera aleatoria (fibras cortas)
  - c) con disposición ortogonal (mallas ortogonales)

d) en varias capas alternadas.



**Figura 3.** Orientación de las fibras de refuerzo  
**Fuente:** Características y aplicaciones en la edificación

- Los Composites laminados, son aquéllos en los que suelen alternarse las fases componentes en forma laminar, y no siempre con espesores semejantes.

### 2.1.1.1 La matriz. Tipo y característica

La matriz rodea, protege y soporta las fibras para: proteger a las fibras de las condiciones medioambientales, proteger a las superficies de las fibras contra el desgaste, proteger a las fibras frente a los esfuerzos de compresión y prevenir el pandeo de las fibras. (5)

El tipo de matriz utilizado en la fabricación del composite influye, evidentemente, en algunas de las características del producto final. Influye muy poco en las propiedades mecánicas de tracción y flexo-tracción, pero, sin embargo, bastante en las propiedades mecánicas de cortante, y, de manera notable, en las propiedades mecánicas de compresión. Por otro lado influye también mucho en las condiciones de fabricación (viscosidad, punto de fusión, temperatura de curado...) (5)

#### A. Tipo de matrices

Las matrices de los Composites, de una manera muy general, se pueden clasificar en termoestables o termoplásticas, según las variedades indicadas (5)

Dentro del campo de la construcción, las matrices más empleadas son las termoestables, y, dentro de éstas, las de poliéster, viniléster, fenólicas y epoxi, por lo que sólo vamos a analizar a continuación las características de éstas. (5)

A pesar de que todas estas resinas tienen, cada una de ellas, unas propiedades muy específicas, sin embargo, las matrices termoestables reúnen, en general, unas características comunes que enumeramos a continuación:

- Viscosidad muy baja antes del curado.
- Estabilidad térmica.
- Resistencia química.
- Poca fluencia y relajación por tensión.
- Buena capacidad de preimpregnado.
- Facilidad de fabricación.
- Economía. (5)

### **2.1.2 ¿En qué aporta un material compuesto?**

Los materiales compuestos plástico-fibra, son tableros elaborados con partículas de madera o de fibras lignocelulósicas y con algún termo-plástico. Se consideran un material híbrido debido a que se combinan las propiedades y características de las fibras y las del plástico. (16)

Las propiedades de estos materiales van en función de la naturaleza de la resina, de la naturaleza del refuerzo elegido y de su presentación, así como de la elección del método de fabricación. Sin embargo, tienen en común ciertas propiedades ligadas a su naturaleza compuesta y a la presencia del refuerzo:

- Anisotropía más o menos marcada según el tipo de refuerzo.
- Baja densidad.
- Características físicas y mecánicas en función de cada uno de los constituyentes y de sus respectivas proporciones.
- Gran resistencia a la corrosión y a la oxidación.
- Propiedades mecánicas elevadas.
- Posibilidad de realizar formas complejas.
- Buenas propiedades eléctricas y dieléctricas (esencialmente los compuestos de fibra de vidrio y resina).

Estos materiales tienen, sin embargo, limitaciones, como, por ejemplo, comportamiento limitado ante la temperatura y el fuego, problemas de envejecimiento (en medios húmedos, bajo la acción de rayos ultravioletas) y problemas también de fabricación y de unión de piezas.

Las piezas de compuestos no se obtienen generalmente como las piezas de metal o madera. En efecto, los compuestos son heterogéneos y anisótropos. Además, su concepción y puesta en obra requieren una formación previa. (5)

Algunas evidencias señalan que composites polímero-madera se emplean en artículos tan variados como manijas de puertas y ventanas, mangos de cuchillería, herramientas, partes de escritorios, paneles para equipos eléctricos, moldes en la industria automotriz, rodillos, parquets de alta densidad y otra gran cantidad de aplicaciones específicas. (14)

Ha habido avances importantes en el sentido de mejorar la cohesión de los materiales compuestos y en el de aumentar la rigidez del polímero al agregarle polvo de madera. (13)

La tendencia cada vez mayor a disminuir el tamaño de la fibra de las maderas usadas en la ingeniería ha contribuido a aumentar su utilización y la velocidad de corte, mejorando el rendimiento de los productos y minimizando las irregulares características de este biomaterial natural. Sin embargo, si el tamaño de la fibra es muy pequeño, conduce a menor resistencia al agua de los productos resultantes. Por lo tanto, es importante para las necesidades industriales actuales, mejorar la resistencia al agua de maderas reconstituidas, especialmente tableros, preparados de fibras pequeñas, tales como harina de madera o fibra de madera. En este contexto, compuestos plásticos polímero-madera muestran un gran potencial. (15)

Sin embargo, se ha demostrado que en uso estos materiales compuestos pueden ser susceptibles de ataque por hongos xilófagos, especialmente cuando la proporción de material lignocelulósico es de 50% o mayor. (17)

### **2.1.3 Elaboración de las materias plásticas**

Las materias plásticas se elaboran por los procedimientos siguientes:

**Moldeo por compresión:** Se aplica preferentemente en las resinas termoestables, como las fenólicas y de urea, las cuales en estado de polvo a bolas, se introducen en moldes de acero, previamente calentados y se colocan entre los platillos de una potente prensa hidráulica. (21)

La resina fluye al ser calentada a 150-180° y comprimida a 400 kg./cm.2, reproduciendo perfectamente la figura del molde. Al cabo de un cierto tiempo de estirado, el material endurece y desmolda. (21)

La calefacción de los moldes tiene una gran importancia en este tipo de fabricación, haciéndose generalmente mediante agua caliente o vapor, mechero de gas, o resistencias eléctricas introducidas en el interior de los moldes o platillos de las prensas, resultando a veces lento y desigual, originando quemaduras o burbujas en las

superficies más caldeadas. Para evitar estos inconvenientes, modernamente se aplica el caldeo electrónico, llamado también método de radiofrecuencia que consiste en establecer un voltaje de alta frecuencia entre dos placas metálicas separadas por aire u otro aislante, y al interponer un material plástico que tiene un gran factor de potencia, la temperatura se eleva a 150° en pocos segundos. (21)

**Moldeo por inyección:** Se utiliza este procedimiento para la fabricación en serie de gran cantidad de piezas hechas con resinas termoplásticas. La materia plástica en forma de polvo o granulados alimenta de una manera continua la cámara de caldeo, y una vez reblandecida, es impulsada automáticamente en los moldes, donde después de madurar, es expulsada. (21)

**Moldeo por transferencia:** Es una modificación del procedimiento de inyección y consiste en colocar la resina en forma de pastillas en una cámara caliente para que fluidifique; y una vez alcanzada la temperatura precisa, se aplica la presión para transferir la materia plástica de la cámara al molde. (21)

Este procedimiento es muy utilizado en la fabricación de material eléctrico que sea de una sola pieza, con inserciones de metal, cerámica o vidrio, evitándose las tensiones que se forman si no fluye la materia plástica de una manera continua. (21)

**Moldeo por expulsión:** Es el procedimiento más indicado para la fabricación continua de tubos, barras, hilos, perfiles especiales, etc., para lo cual la materia plástica, después de bien homogeneizada, se lamina y obliga a salir mediante presión o por medio de máquinas de tornillos sin fin, a través de una boquilla o matriz, obteniéndose una lámina, tubo, etc., la cual se enfría al aire y es conducida por una cinta transportadora a las máquinas de cortar, enrollar, etc. (21)

**Tratamientos mecánicos:** Las materias plásticas pueden ser estampadas, embutidas, dobladas, etc., análogamente a los metales para lo cual, una vez reblandecidas, se pueden someter al tratamiento adecuado. (21)

En frío, las materias plásticas se trabajan de la misma forma que las piedras o maderas, por aserrado, torneado, pulido, etc. (21)

**Decoración:** Se pueden embellecer las materias plásticas mediante incrustaciones, grabados, estampados, pintura e incluso metalizadas por galvanoplastia, pudiendo ser recubiertas con plata, cobre, níquel, cromo, etc. (21)

Resumiendo en el siguiente cuadro algunas de las principales propiedades físicas de las materias plásticas y de otros materiales de construcción. (21)

**Tabla 7. Propiedades físicas de las materias plásticas y no plásticas**

CONCEPTO	MATERIALES PLASTICOS ARTIFICIALES								MATERIALES NO METALICOS			MATERIALES METALICOS		
	Fenólicas		Aninas	Vinílicas	Acrílicas	Celulósicas	Proteínas	Caucho						
NOMBRE	Con relleno	Sin relleno	K	Mipolán	Flexiglás	Celuloide	Caseína	Ebonita	Gres	Porcelana	Vidrio	Fundición	Cobre	Plomo
Densidad Kg./dm. <sup>3</sup>	1,8	1,35	1,5	1,36	1,18	1,38	1,35	1,2-1,7	2,5	2,5	2,2-6,3	7,8	8,9	11,3
Resistencia a la flexión, kilogramos /cm. <sup>2</sup>	500	700 1200	600	1000	1100	600	1000 1800	600	300	600 800	1000 2500	4000	-	-
Idem íd. Compresión íd.	1200	1300	1800	785	-	600	700 1200	-	3000 5000	3000 6000	1200 6000	1500 6000	6000	500
Idem íd. Tracción íd.	250	600	250	600	750	650	-	400 500	100	150 400	400 800	1400 2600	2000 5000	18- 210
Dilatación lineal (1grado 10 <sup>-6</sup> )	20-30	96	40-50	70	130	101	-	40-50	4-5	3-4	3-4	11	16	29
Conductividad calorífica, Kcal./m./h. /°C	0,5-0,7	0,24	0,3	0,14	0,16	0,18	0,15	0,13	0,9-1,3	0-9	0-9	10-40	17	30
Resistencia al calor, °C	150	155	100	58	70	40	60-65	40-80	-	-	-	-	330	30
Absorción de agua en 7 días, mg./100 cm. <sup>2</sup>	50	135	140	30	125	200	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Materiales de construcción

Elaboración: Propia 2016

## 2.2 Tableros

Trabajos preliminares han comprobado la factibilidad técnica de la elaboración de paneles a base de aserrín y polietileno reciclado, cuya densidad y resistencia a la tracción son satisfactorias, pero las propiedades de flexión y comportamiento de exteriores son bajas. (13)

Contiene un método continuo donde el agua es drenada o escurrida, formando un manto fibroso que posteriormente se seca y prensa hasta obtener el tablero. (11)

Por otro lado, señalan que la densidad es el mejor indicador para clasificar los tableros, indicando que ellos se encuentran entre 0,02 a 1,45 g/cm<sup>3</sup> y que, según su vía de formación, se clasifican en:

- Tableros por vía húmeda obtenidos a partir de pulpas semi-químicas o de procesos mixtos. La formación del manto fibroso se realiza en medio acuoso con una consistencia de 2% y humedad de la pulpa al prensar de 50 a 60%.
- Tableros por vía seca obtenidos a partir de pulpas mecánicas. La conformación del tablero utiliza corrientes de aire para el transporte de las fibras previamente encoladas con adhesivos sintéticos; la humedad de la pulpa al prensar es de 7 a 9%. (10)

Respecto a su apariencia, los tableros pueden tener un acabado natural y brillante, algunos son especialmente diseñados, laminados y encolados en plástico; se utilizan en el montaje de torrecillas blindadas, alerones y fuselajes, ya que ofrecen la posibilidad de realizar estructuras de una sola pieza sin necesidad de soporte alguno. (9)

## **2.2.1 Industria del tablero de viruta OSB**

### **2.2.1.1 Introducción**

Dentro de este capítulo se incluyen los tres tipos de productos que completan las líneas de fabricación de tableros más importantes del sector de la madera de primera transformación en el mundo, tableros alistonados, tableros de viruta orientadas OSB (Oriented Strand Board) y tableros de madera microlaminada LVL (Laminated Vencer Lumber). (22)

### **2.2.1.2 Tableros de viruta OSB**

El tablero de virutas está formado por virutas de madera aglomeradas entre sí mediante un adhesivo, aplicando al conjunto presión y temperatura. (22)

Aunque la producción de tablero OSB se inició en los años 60, su fabricación industrial no empezó hasta 1980, alcanzando a partir de 1990 importancia comercial en Estados Unidos y Canadá. (22)

Se utilizaban habitualmente como soporte y cubiertas, entrevigados y forjados, cerramientos de fachadas gunitados o no, y como tabiques divisorios. (22)

Dentro del proceso de fabricación de los tableros de virutas se distinguen dos grandes grupos: tableros de virutas orientadas OSB (Oriented Strand Board) y el tablero de virutas sin orientar, también conocido con el nombre de Weferboard. En los primeros, las virutas de las capas exteriores están orientadas en la dirección longitudinal del tablero en al menos un 70%, mientras que las capas interiores o bien siguen orientadas perpendicularmente a las exteriores o bien lo hacen de forma aleatoria. Este hecho hace que los tableros OSB posean características mecánicas más elevadas en la dirección longitudinal que en la transversal. (22)

Atendiendo a la norma EN300, los tipos de tableros OSB que se fabrican son cuatro:

- OSB/1. Tablero de uso decorativo (incluido el mueble) para medios secos (interiores).
- OSB/2. Tableros portantes para medios secos (interiores).
- OSB/3. Tableros portantes para medios húmedos (semi-exterior).
- OSB/4. Tableros altamente portantes para medios húmedos (semi-exterior).

En cuanto a los waferboard, son tableros cuya fabricación no tiene en cuenta la orientación de las virutas, caracterizándose por lo tanto por unas propiedades mecánicas inferiores a los primeros. Su uso está menos generalizado, aunque en Norteamérica se usan desde hace más de 20 años tanto para interiores como exteriores y tanto para aplicaciones estructurales como no estructurales. (22)

Mientras que el weferboard (R-1) tiene una orientación aleatoria de todas las virutas, O-1 presenta las virutas de la superficie del tablero orientadas según la dirección longitudinal del mismo, y las del núcleo dispuesta aleatoriamente. El OSB O-2 está formado por capas sucesivas de virutas orientadas tanto en la dirección longitudinal como en la transversal, formando entre si ángulos de 90°. El comportamiento mecánico de estos dos últimos es similar al de los tableros contrachapados, es decir, con características mecánicas más elevadas en la dirección longitudinal que en la transversal. (22)

Los tableros de virutas tienen una fuerte asimetría, por tener dos capas en un sentido y solo una en contrario, esta descompensación estructural se puede aprovechar orientando el tablero de forma que presente la mayor resistencia en el sentido de la mayor sollicitación mecánica. (22)

## **A. Materiales**

### **a. Madera**

En las fábricas americanas la madera utilizada en la fabricación de estos tableros procede de especies de crecimiento rápido como chopo, al que se le suman especies como abedul, arce o liquidámbar. En Sudamérica las plantaciones de Pinus Taeda abastecen la fabricación de OSB, mientras que en Europa se utilizan madera de coníferas. (22)

De la misma forma que ocurre con los tableros de partículas, hay que evitar las partículas con poca esbeltez, como el serrín, por la elevada absorción de cola que tienen y la disminución de resistencia que provocan. (22)

### **b. Adhesivos**

Las colas habitualmente utilizadas en la fabricación de tableros OSB son de cuatro tipos: urea formol, urea melanina formol, fenol formaldehído y poliuretano. (22)

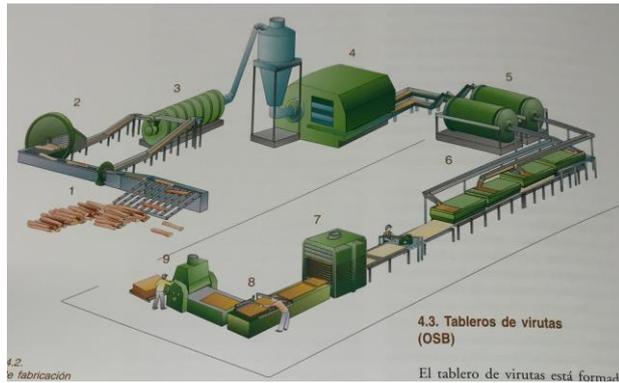
En función del destino del tablero, éste será fabricado con uno u otro tipo de adhesivo, reservándose el uso de urea formol para tableros de interior. (22)

Además de elegir la tipología de la cola para la construcción de tableros destinados a ambientes agresivos, también se pueden realizar tratamientos superficiales destinados a mejorar su respuesta. (22)

## **B. Obtención de la viruta**

La fabricación de tableros OSB es un proceso industrialmente muy similar al de tableros de partículas, sin embargo difiere de éste en el tamaño de la partícula y en la tecnología de la formación de la manta. (22)

En esencia, el proceso se basa en la aplicación de adhesivo por pulverización o chorro directo sobre la viruta, para luego aplicar presión y temperatura. (22)



**Figura 4. Proceso de fabricación de tableros OSB**

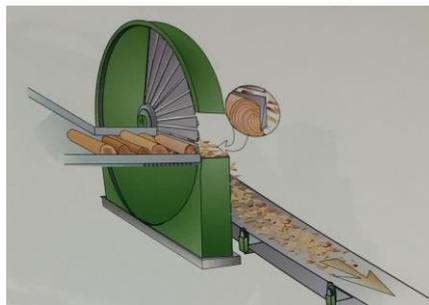
1. Descortezadora
2. Virutadora
3. Secadero
4. Tamizadora
5. Encoladora
6. Formadora
7. Prensa
8. Encuadrado
9. Lijado

**Figura 4. Proceso de fabricación de tableros OSB**  
**Fuente:** La madera y su tecnología

En la Figura 16. Se ordenan las operaciones del proceso de fabricación de tableros OSB. Dicha línea de fabricación es válida para los tableros sin viruta orientada (waferboard), con la única salvedad de que durante el proceso de formación de la manta, la viruta no tiene que obedecer a determinadas orientaciones. (22)

#### a. Astillado

El proceso de astillado se realiza con astilladoras de cuchillas, con la particularidad de que la obtención de la viruta sea paralela a la dirección de la fibra. Este hecho motiva que la disposición de los troncos respecto a la entrada de la astilladora sea tangencial. (22)



**Figura 5. Obtención de viruta**  
**Fuente:** La madera y su tecnología

Las virutas obtenidas para la fabricación de OSB tienen 80 mm de longitud en la dirección de la fibra y menos de 1 mm de espesor. Las utilizadas en la fabricación del waferboard son generalmente de 30 mm de longitud en la dirección de la fibra y alrededor de 1 mm de espesor. Es práctica habitual que las fábricas de OSB procesen las virutas interiores y de la superficie de forma separada, para luego en capas independientes. Tras el proceso de astillado y sin una clasificación previa, las astillas son trasladadas al secadero. (22)

### **b. Secado**

El secado de las partículas se realiza en secaderos cilíndricos de suspensión, hasta alcanzar una humedad final comprendida entre el 4 y el 8 %. (22)



**Figura 6.** Secadero de virutas  
**Fuente:** La madera y su tecnología

Inmediatamente después del secado son tamizadas para eliminar las partículas finas, pasando a continuación a los silos secos. (22)

### **c. Encolado**

Las virutas secas reciben la adición de parafina y emulsiones de productos oleosos para mejorar el comportamiento del tablero frente a la humedad. La proporción de estos productos no supera conjuntamente el 2%. A continuación, se proyecta la cola pulverizada en una proporción aproximada al 3% con respecto al peso seco de las virutas. (22)



**Figura 7.** Encoladora de tambor giratorio  
**Fuente:** La madera y su tecnología

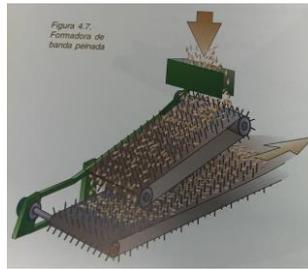
Para establecer un control adecuado de la dosificación, la cantidad de viruta procesada debe pesarse de manera continua. (22)

### **d. Formación de la manta**

La formadora proyecta sobre una cinta transportadora las virutas en capas, con una orientación sensiblemente igual en cada capa. En el caso de los tableros waferboard las partículas no sufren proceso de ordenación en la operación de formación de la manta. (22)

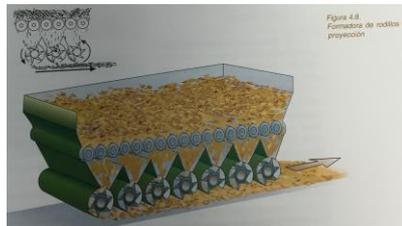
Para lograr esta alineación se pueden utilizar tres tipos de formadoras:

- De banda peinadora



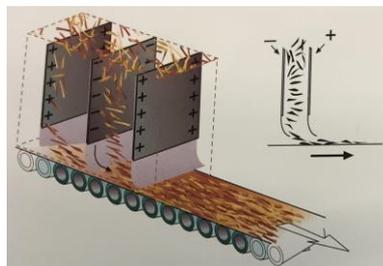
**Figura 8.** Formadora de banda peinada  
**Fuente:** La madera y su tecnología

- De rodillos de proyección



**Figura 9.** Formadora de rodillos de protección  
**Fuente:** La madera y su tecnología

- O de orientación electrostática

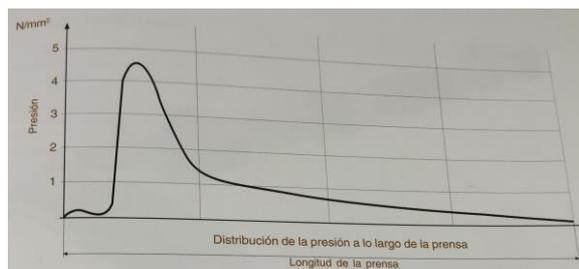


**Figura 10.** Formadora por orientación electrostática  
**Fuente:** La madera y su tecnología

En las primeras, las púas del peine se encuentran separadas entre sí la distancia necesaria de provocar la orientación de las virutas paralelas al sentido de fabricación de la manta. En las segundas, por el contrario, se aprovecha el movimiento rotativo de cilindros ranurados o estrellados en el interior de una carcasa con dos bocas de comunicación, una de entrada y otra de salida, ambas discurriendo paralelas a una generatriz del cilindro. De los dos procesos, se alcanzan mejores rendimientos con el segundo. (22)

### e. Prensado

El prensado presenta las características representadas en el siguiente diagrama:



**Figura 11.** Diagrama de prensado

Fuente: La madera y su tecnología

Aumentando el tiempo de prensado con el grueso del tablero. Por ejemplo, con una temperatura en los platos de 220 °C, un tablero de 6 mm necesita para su fraguado entre 8 y 10 minutos. (22)

#### **f. Acabado**

El acabado consiste en el escuadrado del tablero y su lijado. El primero se realiza con escuadradoras horizontales y el segundo mediante lijadoras de banda o rodillo. (22)

Los tableros OSB se pueden acabar lijando una cara o las dos, utilizando para ello lijadoras con una secuencia de 40/60/80. Con este proceso, además de eliminar las irregularidades de la prensa, se logra el calibrado del tablero grueso. (22)

Los tableros OSB se utilizaron frecuentemente en la construcción de obra civil, en donde es necesario que la superficie no sea deslizante. Para conseguir esta cualidad se dota a los platos de la prensa de resaltes, que forman en el tablero una superficie rugosa antideslizante. Naturalmente, estos tableros no deben lijarse. (22)

#### **g. Almacén**

El almacén de los tableros OSB se realiza de forma horizontal, situándose sobre enrastrelados paralelos a su ancho dispuestos en un mismo plano para evitar deformaciones irreversibles. En cualquier caso, también se deben evitar contactos directos con el suelo que provoquen humedades diferentes entre ambas caras del tablero, que al final originarían abarquillados perjudiciales. (22)

Ya sea durante el almacén en fabrica como en su apilado en obra, los tableros deben protegerse de excesos de humedad. Es una práctica habitual que los fabricantes protejan los cantos de los tableros con pinturas o selladores especiales. En el caso de los tableros mecanizados con machihembrado, estos son protegidos mediante cantoneras de plásticos o bien mediante protección perimétrica. (22)

## **C. Condiciones de los locales de fabricación**

Las condiciones higrotérmicas de los locales de fabricación de tableros OSB se encuentran limitadas cuando se fabrican tableros portantes con determinados requerimientos mecánicos. Por esta razón, dichos locales deben mantener unas condiciones de temperatura y humedad relativa del aire que permitan un fraguado correcto del adhesivo. Es recomendable que la temperatura de la zona de producción sea como mínimo de 15°C, y la humedad relativa este comprendida entre 40 y el 75%, si bien en la zona de fraguado la temperatura se vea aumentada hasta situarse entre los 20 y 25°C y la humedad relativa puede descender hasta el 30%. (22)

### **2.2.2 Aplicaciones de los tableros <sup>(40)</sup>**

- Para usos generales
- Para su utilización en interiores en ambientes seco (incluyendo mobiliario)
- Tableros estructurales:
  - o Para su utilización en la construcción en ambiente seco
  - o Para su utilización en la construcción en ambiente húmedo
  - o De altas prestaciones
- Tableros especiales
  - o Ignífuros
  - o Con bajo contenido de formaldehído
  - o Con baja hinchazón
  - o Resistencia mejorada frente a ataques biológicos
  - o Para aislamiento acústico
  - o Otros

### **2.2.3 El tablero como sistema de prefabricación**

La madera es considerada como el material más versátil utilizado en la construcción y probablemente, el único con el que se puede construir la totalidad de una vivienda: estructuras, revestimientos, puertas, ventanas, accesorios, mobiliario, etc. (23)

La construcción con madera puede efectuarse con distintos sistemas de fabricación, los cuales se diferencian principalmente por la cantidad de trabajo realizado en la fábrica o

en la obra: desde la transformación de la madera a piezas de distintas secciones y tamaños, basta la fabricación completa de elementos volumétricos, donde cada uno requiere equipo suficiente de acuerdo a la cantidad de construcciones por realizar. Los tableros o paneles pertenecen al sistema constructivo industrializado de prefabricación parcial. Los componentes de construcción de una vivienda tales como muros, pisos, plataformas, techos, hechos con un sistema modular de paneles, están previstos para ser fabricados manipulados y montados por dos hombres sin la necesidad del uso de grúas u otros mecanismos de izamiento. (23)

## 2.2.4 Métodos para la elaboración de tableros

### 2.2.4.1 Método húmedo

En este método el primer paso es la reducción de la materia prima a fibras, procesos que se dan por la aplicación de grandes cantidades de agua, generando un enlace natural entre los residuos y el agua llamados enlaces de hidrogeno, este método no suele requerir ningún tipo de resinas. (26)

El contacto de las fibras se da por tensión superficial sobre las mismas la cual hala las fibras entre ellas y produce la evaporación del agua durante la laminación. (26)

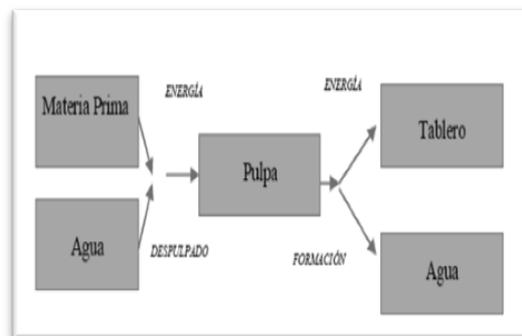


Figura 12. Método húmedo  
Fuente: Clotário tapia bastidas

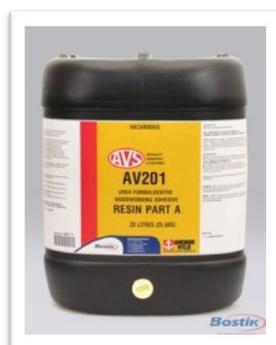
### 2.2.4.2 Método seco

En este método el medio de transporte y distribución de las fibras es el aire, en el cual al no existir la presencia del agua, no se produce ninguna clase de enlaces por lo que es necesaria la aplicación de agentes adhesivos. (26)

La unión de estos agentes con las fibras, sucede al momento de convertirse los adhesivos de sólidos a líquidos, generándose enlaces de hidrogeno, esta unión dependerá si esta transformación es variable. El proceso de laminado de estas fibras requiere la presencia de calor o presión para generar enlaces fuertes de adhesión. (26)

### 2.2.4.3 Adhesivos y aditivos

El adhesivo a utilizar depende principalmente del tipo del tablero y de su aplicación, los más utilizados son: urea formol (UF) para interiores, urea melanina formol (MF) o fenol formaldehído (PF) para exteriores. A los adhesivos se pueden incorporar aditivos: como: ceras (para aumentar la repelencia a la humedad); retardantes del fuego (para mejorar la reacción al fuego); insecticidas (para mejorar la resistencia a los insectos). (26)



**Figura 13.** Adhesivo de urea -formaldehído  
**Fuente:**  
www.google.com

### 2.2.4.4 Prensado

**Frío:** Los moldes de los tableros se someten a presión en prensas hidráulicas, que reúnen pilas y moldes de hasta 40 planchas. Las mismas que se someten a presión durante 15 – 25 horas para que fragüen, después de lo cual los moldes se retiran, se limpian y vuelven a entrar en circuito. (26)

**Caliente:** Consiste en compactar los tableros por medio de presión procedimiento que se realiza por medio de prensas destinadas y acondicionadas para tal fin, el tiempo de prensado. Es de 6 – 7 min para tableros de 3mm. En el método húmedo se obtiene ciclos de prensado de 4 – 5 min, y en el método seco los ciclos se dan de dos y medio hasta uno y medio, con, temperaturas de 260°C, no aptas para cualquier material. (26)

### 2.2.5 Procesos de instalación del tablero prefabricado

En la actualidad en el mercado de la construcción constamos con una serie de alternativas para lo que respecta al montaje e instalación de tableros a partir de fibras de madera tomando en consideración las diferentes especificaciones técnicas para cada uno de ellos y dependiendo del uso que vayan a ser sometidos procesos que están facilitando el trabajo de los constructores en lo que respecta a tiempo y mano de obra obteniendo trabajos de calidad. (24)

Entre estas alternativas para montaje y fijaciones de los tableros están las siguientes:

### 2.2.5.1 Fijaciones

Para fijar los tableros se pueden utilizar tornillos y clavos fijándolos a la estructura desde el centro de los tableros hacia los bordes dejando para el final el perímetro de estos. Debe cuidarse que la madera utilizada en la estructura del tabique posea un adecuado porcentaje de humedad (15% o menos), libre de nudos sueltos, cantos, muertos e imperfecciones que debiliten el material. (24)

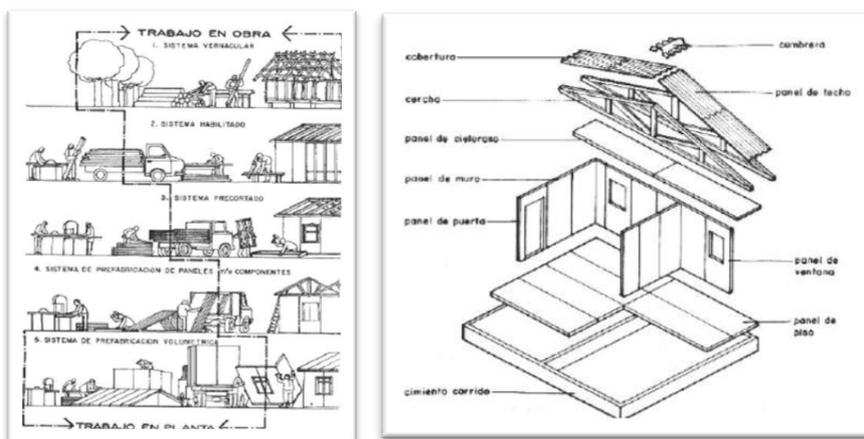


Figura 14. a) Tipos de sistemas constructivos con madera; b) sistema de prefabricación con tableros.

Fuente: PADT – REFORT 1984

Tabla 8. Distancia de fijaciones para tableros

DISTANCIA ENTRE FIJACIONES			
Espesor	Tornillo o Clavo	Distancia entre tornillo o clavo (cm)	
		Zona perimetral	Zona interior
6	1"	15	20
8	1 ¼"	20	25
5,5	1"	15	20
9	1 ¼"	20	25

Fuente: Placacentro- Masisa

Elaboración: Propia 2016

### PEGAMENTOS (28)

Los muebles ensamblados y las pinturas en las cuevas que han encontrado los arqueólogos indican que se han usado pegamentos de muchos tipos desde hace más

de 10.000 años. Desde entonces se han hecho muchos descubrimientos que han mejorado la fabricación de pegamentos.

El primer adhesivo resistente al agua, conocido como “nitrocelulosa”, fue descubierto en el siglo XIX. Aún ahora se sigue usando este producto en ciertos tipos de adhesivos. Los pegamentos a prueba de agua se usan mucho en la industria de la madera laminada, para ensamblar muebles y botes y para laminar vigas en la industria de la construcción.

En 1950 fueron descubiertos los pegamentos de epoxiresinas. Estos pegamentos combinan cualidades de una gran adhesión en superficies lisas como plásticos, vidrio y metal, con una buena resistencia a los solventes. La mayoría de estos productos necesitan cierta habilidad para aplicarlos, por lo cual necesitamos saber algo de sus propiedades.

### **PUNTOS IMPORTANTES <sup>(28)</sup>**

1. Todas las superficies que van a ensamblarse deben estar libres de polvo, suciedad, grasa o cualquier otra materia extraña.
2. Es muy importante que se ensaye el ensamblado de un proyecto, todas las piezas deben ajustar bien con poca presión.
3. Tenga reunidos todos los materiales necesarios antes de empezar a engomar.
4. Aplique una película muy fina de goma en las superficies que van a ensamblarse para obtener los mejores resultados.
5. Si se necesita prensar, aplique la presión lenta y uniformemente, empezando del centro si es posible.
6. Las superficies que van a ensamblarse no necesitan lijarse antes de engomarlas.
7. La temperatura del cuarto debe ser de 20 °C o más.

### **TIPOS DE PEGAMENTOS <sup>(28)</sup>**

**Goma animal (cola):** esta goma está hecha de cueros y huesos de animal. No es a prueba de agua. La goma animal o cola es de color café claro. Para obtener mejores resultados, se calienta colocando la lata en agua tibia por 30 minutos o más, dependiendo del tamaño de la lata. Antes de colocar las abrazaderas, permita que cada capa permanezca de 3 a 4 minutos libre hasta que espese. Las abrazaderas no deben quitarse sino después de 24 horas, por lo menos.

**Acetato de polivinilo:** El acetato de polivinilo es hecho de resinas vinílicas y se le llama goma de resina blanca. Es resistente al agua. Aunque esta goma es de color blanco

lechoso cuando está fresca, cuando se seca forma una película transparente. No se necesita mezclar pues ya viene preparada, pero se necesita agitar si el recipiente es grande. Se puede agitar muy bien si viene en botella de plástico. El tiempo de secado es de 6 a 7 minutos y el de prensado es de 30 minutos a 1 hora.

**Fenol resorcinol:** Este tipo es mejor conocido como pegamento marino a prueba de agua. Es de color rojo, resistente al agua y necesita mezclado. Este pegamento se usa mucho para laminar madera y para construir botes. El tiempo de prensado es de 7 a 10 horas.

**Cemento neopreno o de contacto:** Este pegamento es a prueba de agua y se usa para pegar arborita a madera (fórmica), metal o vidrio. Se deben cubrir ambas superficies y permitirse que se sequen de 15 a 30 minutos, dependiendo de la humedad, antes de ensamblarse. Debido a que la madera es porosa, se necesita una primera capa de cemento para cerrar los poros. Después de esperar de 15 a 20 minutos, se aplica una segunda capa de cemento a la superficie de la madera y se aplica una sola capa a la arborita. Se espera otra vez de 15 a 20 minutos antes de juntar la madera con la arborita. Ambas superficies deben estar alineadas perfectamente antes de unirse porque es imposible mover las partes una vez que ya estén en contacto.

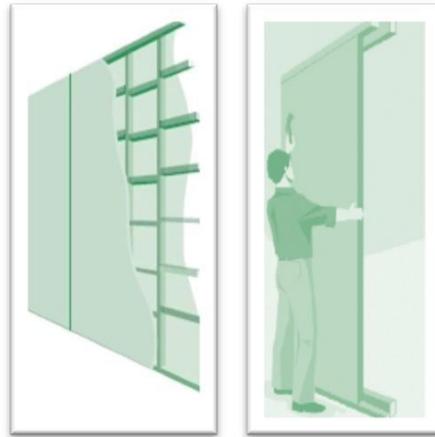
No se necesitan abrazaderas. Se ejerce presión con las manos desde el centro a las orillas para evitar que se formen burbujas de aire. Se aconseja una ventilación adecuada debido a los vapores fuertes que produce este pegamento. No se debe fumar porque el cemento de contacto es muy inflamable.

### **2.2.5.2 Montaje**

#### **PAREDES <sup>(26)</sup>**

Distancia máxima recomendable entre apoyos:

Para el revestimiento de paredes, el tablero debe fijarse sobre la estructura de madera o metal conformada por pies derechos y cadenetas. Las escuadrías de las piezas quedan a criterio del proyectista, pero se deberán respetar las siguientes distancias entre apoyos:



**Figura 15.** Montaje de paredes  
Fuente: Masisa

**Tabla 9.** Distancia entre apoyos para paredes

<b>DISTANCIA ENTRE APOYOS PARA PAREDES</b>		
<b>Espesor (mm)</b>	<b>Distancia entre ejes pies derechos (cm)</b>	<b>Distancia entre ejes cadenas (cm)</b>
6	50	50
8	50	60
5.5	50	50
9	60	80

Fuente: Placacento- Masisa  
Elaboración: Propia 2016

### **2.2.6 Tableros prefabricados encontrados en el medio de la ciudad de Loja**

En nuestro medio las marcas más comunes que se encuentra son: MASISA, EDIMCA, SAGO, teniendo hoy en día un gran desarrollo en la construcción, utilizándolos en la construcción mismo o en la fabricación de muebles. (26)

Los tableros más utilizados en la fábrica de MASISA son:

- MDF (partículas)
- OSB (fibras)
- PANELES ENCHAPADOS (laminas)

- MELAMINAS

### **Tableros MDF <sup>(26)</sup>**

Tablero de densidad media, elaborados con fibras de madera, que se combinan con una resina sintética, para luego ser elaborados bajo presión temperatura, estos tableros permiten obtener excelentes acabados y terminaciones, siendo utilizados para diversas aplicaciones.

### **Tableros OSB <sup>(26)</sup>**

Tableros formados con viruta de madera, que se unen entre sí en varias capas, mediante el uso de adhesivos químicos, prensados mediante la aplicación del calor y presión. La orientación de las capas de este tablero son las que le otorgan las diversas características de resistencia y rigidez del tablero OSB.

### **Paneles enchapados <sup>(25)</sup>**

Tableros de fibras de madera de densidad media (MDF) o de partículas (MDP) recubierto por ambas caras con chapas de maderas naturales de diferentes especies.

### **Melaminas <sup>(26)</sup>**

Son tableros aglomerados, recubiertos por sus dos caras con láminas, que permiten cerrar el tablero en su totalidad, evitando poros y brindando mayor resistencia a la superficie. Es un material que cuenta con protección antimicrobiana, lo que ofrece un producto libre de bacterias y moho en la superficie de los muebles.

Producto de uso para la fabricación de muebles, el baño, cocina, oficinas y para aplicaciones verticales como puertas de closet y de cocina.

### **2.2.7 Procesos constructivos de panel <sup>(27)</sup>**

Panel, según la Real Academia Española: elemento prefabricado que se utiliza para construir divisiones verticales en el interior o exterior de las viviendas y otros edificios.

**Tabla 10.** Características de los tableros de yeso

TABLEROS DE YESO				
Composición	Aplicaciones	Clasificación	Dimensiones	Propiedades
Yeso Celulosa Cartón de recubrimiento	Elementos decorativos en acabado estructurales	Tableros naturales Tableros recubiertos por láminas de cartón (sándwich)	Largo 2 – 3 m Ancho 1.20 m Espesor 10 – 18 mm	Flexión Resistencia al fuego Comportamiento acústico Aislamiento térmico Resistencia a la humedad

Fuente: EDIMCA

Elaboración: Propia 2016

### 2.2.7.1 Sistema drywall

Este es un sistema constructivo seco que se basa en placas de cartón yeso, madera o fibrocemento, previamente fabricadas, sujetas a una estructura de madera o acero galvanizado y están siendo muy utilizado en nuestro medio especialmente para ambientes interiores como muros divisorios, cielorrasos, etc.

Este sistema consiste básicamente el siguiente proceso:

- Armado de estructura, la cual será el sostén de todo el elemento divisorio, el armado se lo realiza siguiendo una modulación acorde a las medidas de las placas previstas a usarse las cuales tienen unas medidas estándar de 1.22m x 2.44m.



**Figura 16.** Armado de estructura

Fuente: Reyes Sergio 2013

- Colocación de instalaciones, tales como eléctricas, sanitarias y complementarias de acuerdo a las exigencias de la obra.



**Figura 17.** Estructura galvanizada  
Fuente: Reyes Sergio 2013

- Sujeción de placas mediante tornillos auto perforantes o clavos, dependiendo de los materiales empleados.



**Figura 18.** Colocación de placas drywall de yeso  
Fuente: Reyes Sergio 2013

- Además se acostumbra a colocarle entre las placas de yeso un material que ayude a la aislación acústica como suele ser la fibra de vidrio, en una pieza de suelo a techo. El panel es ligero, la fibra de vidrio le aporta flexibilidad.



**Figura 19.** Colocación de fibra de vidrio  
Fuente: Construcción de la Av. Orillas del Zamora

- Acabado de la división el cual puede ser revestido con mortero, empastado,

lacado o pintura directamente según las necesidades del proyecto. En el caso de necesidades del proyecto. En el caso de necesitar ocultar las juntas entre paneles se usa cinta bien sea en forma de malla o de papel, la cual se aplica a lo largo de la junta para luego ser recubierta con el acabado (empastado o revestido de mortero)



**Figura 20.** Sellado de juntas  
Fuente: Reyes Sergio 2013

#### a. Ancho de muros

Este es un sistema industrializado el cual cumple con medidas estandarizadas, entre las más comerciales:

**Tabla 11.** Espesores estándar de elementos para drywall

Espesores de placas	Espesor estructura metálica
1/2" ó 12.70 mm	3 5/8" ó 90 mm
3/8" ó 9.52 mm	2 1/2" ó 65 mm
5/8" ó 15.87 mm	1 5/8" ó 39 mm

Fuente: Reyes Sergio  
Elaboración: Propia 2016

Un muro drywall que comúnmente se aplica en obras utiliza dos placas de 12.70 mm con una estructura de 90 mm. Siendo así terminado con un ancho de 12 cm. Tendríamos 3 tipos de muros comerciales que utilizan las variantes de anchos de perfiles metálicos y el yeso de la placa de 12.7 mm que es la más utilizada para los muros.

- 12.00 cm: estructura metálica de 90 mm.
- 9.00 cm: estructura metálica de 65 mm.
- 6.50 cm: estructura metálica de 39 mm.

#### **b. Ventajas de usar drywall**

- Rápido: es un proceso en seco por lo que se eliminan los tiempos de espera para tener un muro terminado.
- Liviano: por su peso de 25 kg/m<sup>2</sup> aprox. Instalaciones van empotradas y se arman simultáneamente con las placas.
- Transporte: por ser un producto liviano y de fácil almacenamiento.

### **2.3 Acústica**

#### **2.3.1 Materiales aislantes <sup>(42)</sup>**

Considerado a aquel que se opone al paso o a la continuidad de cualquier fenómeno físico, en este caso nos referimos a material aislante acústico que viene a ser cualquier material que impida el paso normal de las ondas acústicas incidentes, ya sea a través de paredes, techos o estructuras.

##### **2.3.1.1 Materiales fibrosos**

###### **A. Fibras minerales**

###### **Fibra de vidrio**

Material fibroso obtenido a partir de vidrio mediante fundición, centrifugación y otros tratamientos, que se utilizan como aislante acústico y térmico.

###### **Lana de roca**

Tiene una ventaja sobre los demás materiales aislantes y es que son imputrescibles y químicamente neutras.

## **B. Fibras vegetales**

### **Fibra de madera**

Como resultado del proceso de fabricación se forman numerosas celdillas que retiene el aire y adquieren una muy notable cualidad de aislamiento acústico.

### **Fiberglass**

Son empleados para el aislamiento de los muros y suelos de hormigón, la colocación se la efectúa con la técnica del encofrado perdido.

## **2.3.1.2 Aislantes con estructura celular**

### **A. Aislantes minerales y vegetales**

#### **Yeso**

Una de las características acústicas más importantes de estos paneles es la anulación de resonancia debido a su elevado grado de absorción del sonido, lo que resulta interesante en locales de trabajo como fábricas, talleres, oficinas.

#### **Corcho**

Se emplean para el aislamiento del calor, frío y sonido. En el comercio se encuentran bajo diferentes formas y dimensiones: en placas, ladrillos, aserrín, lana, losetas, etc.

#### **Vidrio celular**

Son muy ligeras inalterables, rígidas y no higroscópicas.

### **B. Espumas plásticas**

#### **Espuma de poliestireno**

Es un plástico que se obtiene por un proceso denominado polimetización, para usarlo como aislante acústico debe recurrir a sistemas masa+muelle+masa.

#### **Espuma de poliuretano**

Es un excelente aislante acústico. Consigue una gran efectividad en la absorción de

ruidos e insonorización de la vivienda.

### **2.3.2 El sonido**

Es la sensación auditiva producida por las variaciones rápidas de presión, debido a la vibración de las partículas que se propaga a través de un medio elástico o denso. (41)

En un punto donde tienen origen las vibraciones que producen el sonido, se las llama fuente sonora. (42)

#### **2.3.2.1 Onda <sup>(42)</sup>**

Es una perturbación que se propaga transportando energía mas no materia. El medio perturbado puede ser de diferente naturaleza como el agua, el aire, un trozo de metal e inclusive el vacío.

##### **A. Clases de onda**

- Onda Longitudinal: Es aquella en que las partículas oscilan en la misma dirección en que se propaga la onda.
- Onda transversal o elástica: Es aquella en que las partículas del medio oscilan en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda.
- Onda plana: Es aquella en que los frentes de onda se propagan como planos paralelos unos respecto de los otros.

##### **B. Parámetros que definen una onda**

- Desplazamiento: Es la distancia que una partícula que oscila tiene entre la posición de reposo a su posición instantánea.
- Amplitud: Es el máximo desplazamiento que sufre una partícula en vibración.
- Periodo: Es el tiempo en que se efectúa un ciclo completo, y solamente puede estar dado en unidades de tiempo. Su denominación se la realiza con la letra "T"
- Ciclo: Es la menor distancia a partir de la cual una onda se repite.
- Frecuencia: La Frecuencia es el número de oscilaciones por segundo del movimiento vibratorio. Se expresa en hertzios (Hz).

- Velocidad de propagación: Es la velocidad de propagación de una onda en un determinado medio, esta velocidad es constante siempre que no varíen las condiciones del medio. Se la denomina con la letra "V". Para fines prácticos se puede considerar que la velocidad del sonido en el aire es de 340 mts/seg.
- Longitud de onda: Es la distancia recorrida por una onda durante un periodo "T". Se la denomina por medio de " $\lambda$ ".
- Intensidad: Es la propiedad por la cual percibimos un sonido fuerte o débil. La intensidad de las compresiones y depresiones de un sonido, dependen de la energía con que se produce el movimiento vibratorio. A mayor energía, mayor amplitud, y a mayor amplitud el sonido será más intenso.
- Fuente sonora: Se llama fuente sonora al punto donde tienen origen las vibraciones que producen el sonido, y se la denomina con la letra "F".

### **2.3.3 El ruido**

El Comité de electrónica francés incorporó en 1956 al vocabulario de acústica la definición de ruido como: "toda sensación auditiva desagradable o molesta, que generalmente no posee componentes definidos". Mientras que en términos físicos se considera al ruido como un sonido de gran complejidad resultante de la superposición inarmónica de sonidos provenientes de muy variadas fuentes, que no admite ninguna clasificación u orden de composición. (41)

#### **2.3.3.1 Efectos del ruido** <sup>(43)</sup>

Los ruidos de componente grave son los menos perjudiciales. Si tienen poca intensidad producen ligera fatiga y pesadez. Si su nivel es superior a los 100 decibelios, actúan sobre los músculos y el estómago provocando vértigos, vómitos e incluso síncope. A los 130 decibelios perjudican el oído interno.

Los sonidos de frecuencia media se encuentran en la mitad de los efectos anteriores, pero en mayor grado. A los 80 decibelios ya producen trastornos digestivos, aumentan la presión arterial y se acelera el pulso.

Sin duda alguna los ruidos más perjudiciales son los agudos, ya que son de muy altas frecuencias, para las cuales el sistema auditivo es muy sensible, provocando fatiga nerviosa y cansancio mental.

### **2.3.3.2 Clasificación <sup>(43)</sup>**

#### **A. Ruidos aéreos**

Son aquellos que se propagan en el aire y que al llegar a un papel aislante las ondas lo someten a una vibración, provocando que se generen nuevas ondas, las mismas que serán propagadas en el otro lado del panel. Una de las soluciones más eficaces para aislar este tipo de ruido es la utilización de un panel que presente gran masa y que por consecuencia sea muy difícil de vibrar.

#### **B. Ruidos de impacto**

Se generan por impacto o percusión sobre el panel aislante, que se convierte así en un elemento generador de ruidos aéreos. Una solución muy eficiente es la colocación de un panel elástico y de poca densidad para conseguir con eso que el impacto sea “sordo”. A través del material elástico conseguimos que la energía del golpe se convierta en deformación del panel y no en energía sonora. Haciendo una relación con la clasificación anterior un panel elaborado de corcho sería un mal aislante para ruidos aéreos por su densidad pero uno muy bueno para los de impacto por su elasticidad.

#### **C. Ruidos provocados por vibraciones**

Se lo considera como una variante de los ruidos de impacto, se presenta cuando un cuerpo en movimiento actúa sobre un panel divisorio transmitiendo su agitación, produciendo con esto una trepidación del conjunto. Para su tratamiento al igual que en los ruidos de impacto se utiliza materiales elásticos que no transmiten el movimiento que reciben.

### **2.3.4 Medidas de los sonidos <sup>(46)</sup>**

#### **2.3.4.1 Nivel de presión acústica**

El nivel de presión sonora o acústica determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora instantánea, es decir, del sonido que alcanza a una persona en un momento dado, se mide en decibeles y varía entre 0 decibeles que es el umbral de audición y 140 decibeles que es el umbral de dolor.

### **2.3.4.2 El decibelio**

El oído es sensible a presiones que van desde  $2 \times 10^{-5}$  Pa a 20 Pa por lo que resultaría incomodo utilizar estas unidades. Para salvar este inconveniente se introduce una notación logarítmica que permite expresar sin dificultades los valores más extremados.

En acústica se utiliza el decibelio (dB) para medir el “nivel de presión acústica” o el “nivel sonoro”.

### **2.3.5 Sonómetro. Aparato de medida <sup>(47)</sup>**

Este aparato nos permite medir objetivamente el nivel de presión sonora. Los resultados los expresa en decibeles (dB). Para determinar el daño auditivo, el equipo trabaja utilizando una escala de ponderación que deja pasar sólo las frecuencias a las que el oído humano es más sensible, respondiendo al sonido de forma parecida que lo hace éste.

### **2.3.6 Comportamiento del sonido en locales cerrados**

#### **2.3.6.1 Absorción <sup>(47)</sup>**

Cuando una onda sonora choca contra un obstáculo parte de la energía es absorbida por el material del que está compuesto el obstáculo. La absorción de los materiales se debe principalmente al hecho de que son altamente porosos. El aire existente en los poros entra en vibración por la incidencia de la onda sonora, y la fricción que produce el movimiento de éstas partículas de aire contra los poros produce calor.

Una fracción de la energía total de la onda incidente es de este modo transformada en energía térmica, y el porcentaje restante, devuelto (reflejado) en forma de onda sonora reflejada.

### **2.3.7 Aislamiento acústico**

Cuando se quiere aislar un espacio arquitectónico se debe comprender dos aspectos, el primero que el aislamiento se lo realiza cuando existe demasiado ruido que interfiere con el libre desarrollo de las actividades, y el segundo aspecto a comprender es que aislando un espacio se consigue un confort acústico que colabora con el bienestar en el hábitat del ser humano.

Para conseguir niveles de ruido aceptables en un local es necesario realizar procedimientos en el sistema de muros que conformen dicho local; por ejemplo disipando la energía en el interior del medio de propagación o en términos concretos

absorción del ruido, otra solución es impedir la propagación del sonido incidente o también llamado aislamiento acústico. Cualquier tratamiento implicara una transformación energética bien en forma de calor o en forma de energía dinámica. (44)

Si en un local se emite un nivel sonoro L1 y en el otro lado de un cerramiento se recibe el nivel residual L2, el aislamiento acústico de la pared expresado en decibelios será: (44)

$$D = L1 - L2$$

Este resultado expresa un aislamiento bruto, se distingue de un aislamiento normalizado porque este tiene en cuenta las posibilidades de amplificación del sonido en la sala de recepción por efecto de la reverberación. (44)

Si introducimos absorción en una discoteca, disminuirémos el nivel sonoro en un primer momento y por tanto el ruido transmitido. Para lograr un aislamiento eficiente siempre es fundamental que reconozcamos el tipo de ruido que se desea aislar y la fuente que lo genera, ya que puede ingresar al recinto en cuestión a través de muchos medios. (43)

### **2.3.7.1 Propagación de los ruidos aéreos**

El aislamiento sonoro depende del nivel acústico del lugar en que se produce el ruido y del nivel acústico admisible en el local que se quiere aislar acústicamente dependiendo de la actividad que se vaya a realizar en este lugar. (43)

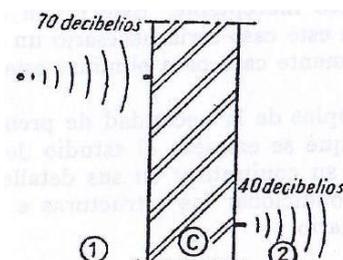
Los ruidos aéreos son los que se propagan por la vibración de aire como palabras, música, gritos, etc. (44)

Los ruidos aéreos para un local determinado pueden ser de origen externo o de origen interno. (43)

Para reducir la molestia debida a la propagación de los ruidos aéreos, existen tres métodos: (43)

- Acondicionar el lugar en que se produce el ruido, por ejemplo se podría utilizar la vegetación en el exterior para evitar la propagación de las ondas sonoras.
- Acondicionar el local en donde se recibe el ruido, evitando la reflexión del sonido en las paredes de este local, es decir revistiendo las paredes del local receptor con materiales absorbentes.
- Aislar el local receptor del lugar en que se produce el ruido.

El principal concepto del aislamiento sonoro, que se ilustra en el esquema de la Fig. 20; en que un tabique separa los locales 1 y 2. Si el local 1 produce ruidos de un nivel acústico de 70 decibelios, y si los ruidos transmitidos al local 2 producen ahí un nivel acústico de 40 decibelios, se obtendrá por lo tanto que el aislamiento sonoro del tabique sea de 30 decibelios. (43)



**Figura 21.** Aislamiento sonoro de un muro  
Fuente: Cadiergues R

La transmisión del sonido a través del tabique está producida por la combinación de dos fenómenos distintos: (43)

- a) Transmisión directa por las aberturas, poros o fisuras, cuando el tabique no es impermeable al aire.
- b) Transmisión por vibración de flexión de las paredes que actúan como un diafragma. (43)

Hay que tomar en cuenta que un material dado no tiene prácticamente un aislamiento sonoro, sino que sus propiedades acústicas dependen en gran parte de las dimensiones de cada elemento y de la forma como está sujeto al resto de la construcción. (43)

#### **2.3.7.2 Vías de transmisión de ruidos aéreos <sup>(47)</sup>**

- A través de cerramiento que los separa primero, esta es la vía directa.
- Por las paredes adyacentes, esta es una primera vía indirecta.
- Eventualmente por una canalización o conducto que atraviesen los locales.

#### **2.3.7.3 Clasificación de aislamiento según tipo de muro**

Los muros son elementos que pueden estar conformados por diferentes materiales, esto dependiendo de las características de la edificación y del tipo de división que se le quiera dar a los espacios arquitectónicos. (42)

Para que los muros de una vivienda sean satisfactoriamente útiles, deben cumplir

ciertos requerimientos para que su construcción sea justificada; se puede distinguir a estos requerimientos como: (42)

- Evitar la penetración de la humedad.
- Proporcionar un aislamiento térmico adecuado.
- Proporcionar un suficiente aislamiento acústico.

Según la conformación del muro se pueden distinguir tres tipos diferentes de aislamientos: (47)

- Aislamiento para muros mixtos: Es el aislamiento que se le da a los muros que están compuestos por vanos y llenos, también conocidos como muros con aberturas.
- Aislamiento para muros simples: Es el aislamiento que se le da a los muros que están compuestos por un solo material, en este tipo de aislamiento lo indispensable es la masa.
- Aislamiento para muros dobles: Es el aislamiento que se le da a los muros compuestos por diferentes materiales, que en muchos de los casos están separados por cámaras de aire y materiales absorbentes.

#### **2.3.7.4 Aislamiento para muros dobles o múltiples**

Para proporcionar un aislamiento suficiente a una pared simple debe hacerse extremadamente pesada, este es el resultado de lo que se menciona en el tema de paredes simples.

##### **A. Separación entre elementos o cámaras de aire <sup>(43)</sup>**

Es importante mencionar que los estudios que se han hecho sobre las dimensiones que hay que dar a las cámaras de aire no dan siempre resultados concordantes, pero de los mismos se deduce la conveniencia de que las cámaras de aire tengan un espesor bastante grande al menos de 8 a 10 cm., y uniendo a esto los resultados obtenidos en aislamiento térmico que dicen que las cámaras de aire deben tener al menos 3 a 4cm., de espesor ; resulta que el espesor idóneo al menos en teoría sería de 8 a 12 cm., que parece ser el perfecto cuando se busca un aislamiento acústico y térmico.

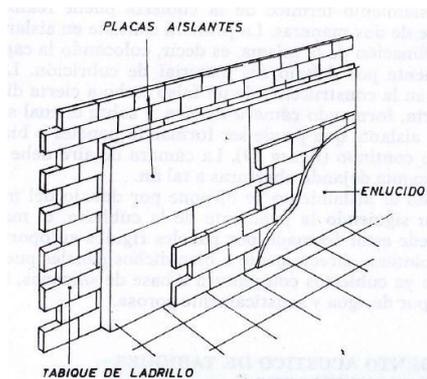
Para que la cámara de aire sea plenamente eficaz es preciso que no haya ningún enlace

rígido entre sus hojas, esto es tanto más importante cuanto más pesada sea la pared. En algunos casos se ha propuesto que las distintas hojas de las paredes dobles tengan pesos diferentes, este sistema no mejora el aislamiento sonoro global, pero tiene ciertas ventajas en cuanto a la modificación del aislamiento sonoro en función de las frecuencias, que son francamente favorables cuando no obligan a un aumento considerable de gastos.

## B. Amortiguación de la cámara <sup>(44)</sup>

Se ha comprobado que la presencia de tableros de lana mineral entre dos elementos de pared está justificada por:

- El amortiguamiento de la cámara de aire.
- El desamortiguamiento de los dos elementos de las paredes.
- El hecho de que con ellos resulte más difícil la constitución de puentes fónicos.



**Figura 22.** Muro con placa aislante  
**Fuente:** Payá Miguel 1980

Además esta presencia aporta un suplemento de aislamiento. Cuando una onda sonora golpea sobre una capa porosa, la presión acústica se debilita a medida que la onda penetra más profundamente en cada poro.

A la hora de aplicar este tipo de material entre los paramentos es importante tomar en cuenta estas dos recomendaciones:

- El material que se vaya a colocar debe estar en contacto con las paredes.
- Se debe colocar un material con una elasticidad adecuada, es decir si el material es muy denso y rígido favorecerá la transmisión de las vibraciones, mientras que si es demasiado flexible no creará la suficiente oposición para la que fue

colocado; los materiales más adecuados en estos casos son las lanas de roca de 79 – 90Kg/m<sup>3</sup>; y la fibra de vidrio de 40 – 70 Kg/m<sup>3</sup> con espesores de 4 y 5 cm.

### 2.3.7.5 Medidas de aislamiento acústico

Para los ensayos térmicos, a ruido aéreo y a impacto, los autores Mayor, P.; Bustamante, R.; Rangel, C. y Hernández-Olivares, F., son quienes han diseñado un ensayo propio para mediciones a pequeña escala, como se aprecia en la Figura 23. La caja de 35 cm de ancho x 70 cm de largo y 60 cm de alto, está forrada con poliestireno extrusionado (XPS) de 5 cm, más una placa interior de yeso laminado de 10 mm para evitar que se queme el XPS. Tiene dos recintos, separados por la placa a ensayar que se coloca al centro, embutida en unas acanaladuras hechas en las partes superior e inferior; con el recinto emisor y el recinto receptor a cada lado de la placa. En el recinto emisor se coloca una fuente térmica de 60 W y un termómetro de bulbo seco y de bulbo húmedo, o un emisor de ruido rosa. El recinto receptor contiene un termómetro de bulbo seco y de bulbo húmedo, y un receptor de presión acústica, respectivamente, según los ensayos a realizar. (50)



**Figura 23.** Equipo para el ensayo de reducción de la presión sonora, aislamiento térmico y atenuación al impacto. Para el aislamiento térmico se recubre el interior con placas de yeso laminado.

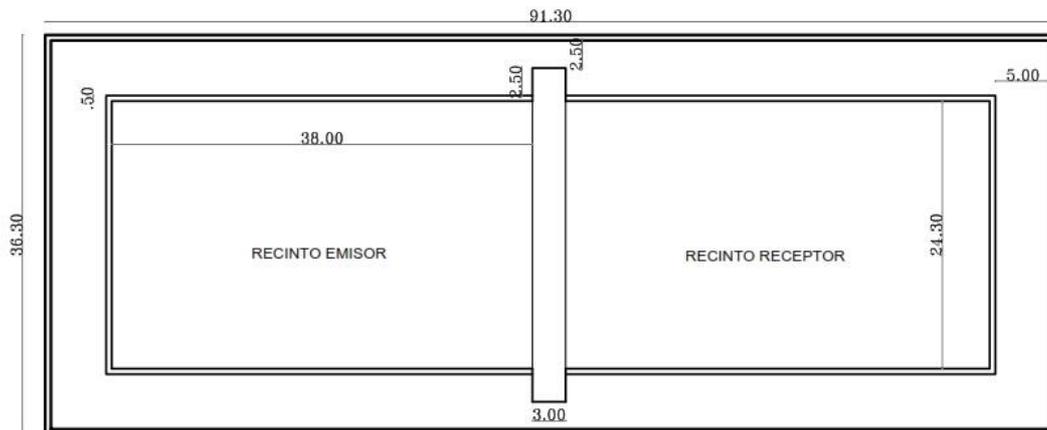
**Fuente:** Mayor Lobo, P., Bustamante Montoro, R., Rangel, C., & Hernandez Olivares, F. (2008).

#### A. Transmisión sonora

La transmisión sonora entre dos recintos, donde uno de ellos es el recinto emisor, en el que se encuentra una determinada generación sonora y el otro es el recinto receptor, tiene lugar por diversas vías: (45)

- Vía directa

- Vía estructural o flanco



**Figura 24.** Transmisión sonora  
Fuente: Propia

Para los ensayos acústicos, a ruido aéreo, se ha realizado una caja acústica ya realizada anteriormente para mediciones a pequeña escala, como se aprecia en la Figura 24. La caja de 91.30 cm de ancho x 36.30 cm de largo y 38 cm de alto, está forrada con poliestireno extrusionado (XPS) de 5 cm, más una placa interior de mdf de 5 mm para reforzar el aislamiento, y una placa exterior de mdf laminado de 5 mm. Tiene dos recintos; el emisor y receptor, separados por la placa a ensayar que se coloca al centro. En el recinto emisor y receptor se colocara parlantes que transmitirán sonido y en una pared de la caja ubicada en su parte ancha, contiene un agujero colocado en la parte central de 1.5 cm de diámetro en el cual ingresa el sonómetro a utilizar.

## B. Transmisión acústica

La diferencia de nivel existente en el recinto emisor y el que se transmite al recinto receptor se define como el aislamiento acústico entre ambos recintos. Es por tanto el aislamiento real. (45)

Dicho aislamiento depende:

- a) Características de la generación sonora de la fuente existente en el recinto emisor.
- b) El aislamiento acústico ofrecido por el paramento de separación entre ambos recintos y los paramentos que forman los flancos.
- c) Las condiciones acústicas del campo sonoro del recinto receptor. (45)

## 2.4 Normas aplicadas a tableros de madera y a aislamiento acústico <sup>(27)</sup>

El Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización organismo encargado de la normalización, certificación y calidad de los productos en el Ecuador, contribuye a garantizar, la protección del consumidor, promoción de la cultura, la calidad, el mejoramiento de la productividad y la competitividad en la sociedad ecuatoriana.

Entre las normas que deben cumplir y determinan las características de los tableros prefabricados a base de madera están:

- NTE INEN 900
- NTE INEN 899

### **NTE INEN 900 (Tablero de madera aglomerada, requisitos)**

Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los tableros aglomerados para efectos de certificación. Luego de un cuadro de definiciones establecidas, la normativa establece una clasificación de tableros de madera:

**Tipo I:** Exterior a prueba de agua y para usos marinos

**Tipo II:** Para uso en interiores

La norma especifica las características mínimas para los tipos de tableros, tomando en consideración los siguientes requisitos:

**Tabla 12.** Características mínimas para tableros

COMPRESIÓN	20 kg/cm <sup>2</sup>
FLEXIÓN	15 kg/cm <sup>2</sup>
HINCHAMIENTO	20 % en 24 horas

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción:  
INEN

**Elaboración:** Propia 2016

**Tabla 13.** Dimensiones mínimas para tableros

DIMENSIONES		
		Tolerancia
Largo y Ancho		± 2.0 mm
Espesor	7 mm – 0.5 mm	± 0.2 mm
	Mayores a 7 mm	± 0.2 mm

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción: INEN  
Elaboración: Propia, 2016

Norma completa anexo 1.

### **NTE INEN 899 (Tableros de madera aglomerada, determinación de hinchazón y absorción de agua por sumersión total)**

En esta norma se especifica un método para determinar la hinchazón y absorción de agua por sumersión total de tableros de madera aglomerada.

Las probetas de ensayo serán de forma cuadrada, con los lados lisos, sin protección y las esquinas cortadas a escuadra y con una superficie mínima de 25 cm<sup>2</sup>.

Luego de establecer el equipo necesario (calibrador y recipiente con agua) se enumeran las especificaciones de las probetas, el procedimiento consiste en determinar el espesor de cada probeta antes y después de la inmersión en agua limpia a temperatura y presión ambiente en tiempos de 2 y 24 horas; las probetas deben estar separadas unas de otras. La determinación del porcentaje de hinchamiento se lo realiza con la fórmula:

$$Ht = \frac{t2 - t1}{t1} * 100$$

**HT:** Hinchamiento

**T1:** Espesor de probeta previo a inmersión

**T2:** Espesor de probeta luego a inmersión

Norma completa anexo 2.

Entre las normas que deben cumplir y determinan las características de la acústica están:

- CTE CB-HR
- NBE-CA-88
- UNE EN ISO 140-4

### **CTE CB-HR (Normativa acústica en la edificación)**

Es de obligado cumplimiento desde el día 24 de abril de 2009.

El objetivo y contenido del DB-HR es “limitar dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.” (Art. 14 de la parte 1 del CTE)

- El aislamiento acústico a ruido aéreo entre dos espacios habitables, colindantes vertical u horizontal, ambos pertenecientes a la misma unidad de uso, no será menor que 30 dB.

### **NBE-CA-88 (Legislación española de norma básica de Condiciones Acústicas en los edificios)**

Dentro de la norma acústica establece puntos específicos como:

#### **1.28 Materiales porosos**

Materiales absorbentes de estructura alveolar, granular, fibrosa, etc., que actúan por degradación de la energía mecánica en calor, debida al rozamiento del aire con las superficies del material.

Su coeficiente de absorción crece con la frecuencia.

#### **1.30 Aislamiento acústico bruto de un local respecto a otro**

Símbolo: D

Unidad: decibelio dB

Es equivalente al aislamiento acústico específico del elemento separador de los

dos locales. Se define mediante la siguiente expresión:

$$D = L_{11} - L_{12}, \text{ en dB}$$

Donde:

$L_{11}$  es el nivel de intensidad acústica en el local emisor

$L_{12}$  es el nivel de intensidad acústica en el local receptor

Además establece el aislamiento acústico exigido para las diferentes construcciones de edificios:

- Para particiones interiores el aislamiento a ruido aéreo mínimas las puertas que separen áreas de usos distintos se fijan en 35 dB.
- Para particiones interiores el aislamiento a ruido aéreo mínimas las puertas que separen espacios del mismo uso se fijan en 30 dB.
- El aislamiento mínimo a ruidos aéreos exigibles a los elementos constructivos horizontales y verticales que conforman los espacios donde se alojen los equipos comunitarios se fijan en 55 dB.
- Para paredes separadoras de zonas comunes interiores el aislamiento mínimo a ruido aéreo exigible a estos elementos constructivos mínimas las puertas está fijado en 45 dB.
- Para paredes separadoras de propietarios o usuarios distintos el aislamiento a ruido aéreo exigible a estos elementos constructivos se fija en 50 dB.

La tabla 14 presenta las exigencias de aislamiento acústico establecidas por la NBECA-88.

**Tabla 14.** Condiciones acústicas norma NBE-CA-88

<b>Condiciones acústicas exigibles a los elementos constructivos según norma NBE-CA-88, aplicables a edificios de residencia privado y público, administración y oficinas, sanitarios y docentes</b>		
Elemento constructivo	Aislamiento acústico a ruido aéreo R Db(A)	Nivel normalizado de ruido de impacto Ln dBA)
Particiones interiores mismo uso (art. 10º)	30	---
Particiones interiores uso distinto (art. 10º)	35	---
Paredes separadoras de propietarios o usos distintos (art. 11º)	45	---
Paredes separadoras zonas comunes interiores (art. 12º)	45	---
Elementos constructivos verticales y horizontales separadores de equipos comunitarios (art. 17º)	55	---

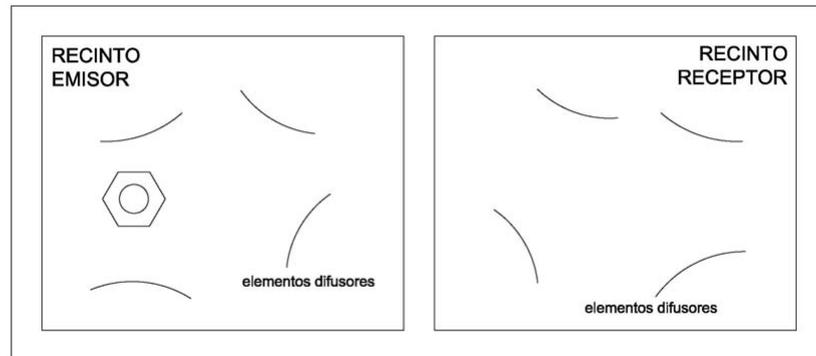
Fuente: Legislación Española

Elaboración: Propia, 2016

## UNE EN ISO 140-4

### Disposición del ensayo

Mediciones en recintos vacíos de idénticos tamaños y de las mismas dimensiones deberán efectuarse predominantemente con difusores en ambos recintos (mobiliario, tableros de al menos 1m<sup>2</sup> (3 o 4 unidades en ambos recintos)).



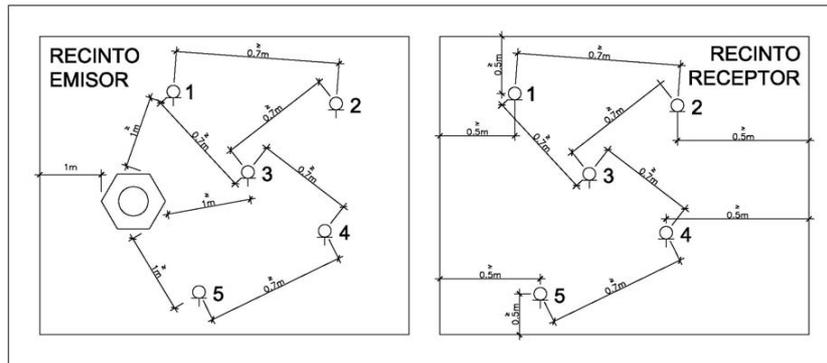
**Figura 25.** Disposición del ensayo  
Fuente: Rodríguez, V. M.

### Proceso y evolución del ensayo

La fuente sonora debe situarse de forma que genere un campo sonoro difuso y a una distancia del elemento constructivo separador y lateral de forma que no influya en la transmisión sonora, ni que exista radiación directa de alguno de ellos.

Las medidas de nivel de presión sonora deben seguir las siguientes consideraciones:

- Los niveles de presión sonora en las diferentes posiciones de medida deben promediarse de forma energética para todas las posiciones de medida.
- Las posiciones de los micrófonos: 0.7 m entre posiciones de micrófono, 0.5m entre cualquier posición de micrófono y los bordes de los recintos o difusores. 1m entre posición de micrófono y fuente sonora. Si es posible se recomienda superar estas distancias.
- Posiciones fijas de micrófonos: un mínimo de 5 distribuidas de forma uniforme.



**Figura 26.** Proceso y evolución del ensayo  
**Fuente:** Rodriguez, V. M.

- Utilizando micrófono móvil el tiempo de promediado debe cubrir un número entero de vueltas y no debe ser inferior a 30 seg.
- El rango de frecuencias de medida va desde 100 Hz hasta 3150 Hz. Siendo posible ampliar a las altas y bajas frecuencias siguiendo una serie de recomendaciones.

Una vez procesados los datos se pasará al cálculo de los mismos utilizando las expresiones convenientes, así como seguir las recomendaciones para la presentación de los mismos.

Anexo 3 norma completa.

### **CAPITULO III**

#### **PROPUESTA, FABRICACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN DE TABLEROS.**

### **3.1. Introducción**

Debido a la gran cantidad de plástico y aserrín acumulado en el planeta, el objetivo principal de este capítulo es el de desarrollar y experimentar en un tipo de tablero, el mismo que se caracteriza por sus diferentes dosificaciones, uso de la materia prima, tratamiento de los materiales de refuerzo y tiempo de secado.

Dentro del grupo fibroso esta la fibra vegetal, donde se encuentra la fibra de madera, mientras que el plástico, además de ser térmico, brinda elasticidad, resistencia y rigidez al moldeado. Para la unión de estos dos materiales de refuerzo se necesita un material que los una; como es la resina vinil acrílica multiuso, que además de brindar estabilidad térmica, ayuda a que el tablero tenga una buena relajación por tensión, presenta propiedades óptimas de la flexión total, es decir, que el tablero no se va a romper con facilidad bajo presión.

La fabricación de estos tableros nos permite determinar el comportamiento y reacción (fraguado, cohesión) del plástico y aserrín frente a materiales aglomerantes (resina), obteniendo de esta manera la forma más adecuada para la fabricación de los tableros tipos que posteriormente serán utilizados en un tablero tipo. Estos tableros son de fácil elaboración, ya que no necesitan de horno, elaborados artesanalmente, lo que ayuda a eliminar en un cierto porcentaje la contaminación del medio ambiente.

En el proceso de elaboración se usa resina, plástico PET y aserrín, los mismos que luego de cumplir con el tiempo de fraguado y secado, fueron expuestos a las pruebas de: absorción de agua, sonido y resistencia a la compresión, para posteriormente determinar mediante cálculos los elementos que cumplen con los requerimientos establecidos por las Normativas.

### **3.2 Obtención y recolección de los materiales a utilizar**

#### **3.2.1 DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso**

Esta resina se ofrece en el mercado local en presentación de tarro que contiene 1kg y tiene el costo de 4 dólares.



**Figura 27.**  
DISMAFLEX resina  
vinil acrílica multiuso  
**Fuente:** Propia, 2016

### 3.2.2 Plástico polietileno tereftalato PET

Esta materia prima se la obtuvo en una máquina trituradora que fue prestada por el Ing. Julio Valdivieso, que tiene un proyecto de reutilizar el PET en la construcción. La fibra cuenta con medidas de 0.5 x 1.0 cm de grosor.



**Figura 28.** Plástico  
**Fuente:** Propia, 2016

### 3.2.3 Aserrín

El aserrín se lo adquirió en los “LOS CEDROS”, un aserrío de la ciudad. Contando con una fibra de diferentes grosores entre ellos resaltando más de 1.0 x 0.2 cm.



**Figura 29.** Aserrín  
**Fuente:** Propia, 2016

### 3.3 Tratamiento y clasificación de los materiales de refuerzo

#### 3.3.1 Plástico polietileno tereftalato PET

El plástico obtenido de la máquina trituradora se encontraba contaminado por el plástico de las etiquetas y tapas, por lo que fue necesario sumergirlo por tres días en una mezcla de agua y detergente y agitarlo constantemente; para conseguir un mejor resultado de limpieza, se renovó cada día la mezcla de agua, ya que las impurezas flotaban en esta y debían ser recogidas y eliminadas. Luego de escurrirlo se procedió a extenderlo bajo techo para su secado durante dos semanas, logrando que esté listo para ser usado.

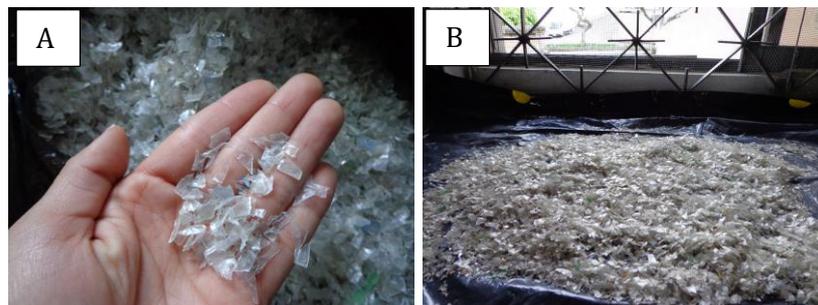


Figura 30. A) Plástico lavado; B) Plástico secándose  
Fuente: Propia, 2016

Una vez seco al plástico se cierce para poder obtener una medida de 0.3 x 0.5 cm la cual va a contar con una mejor adherencia con el aserrín.



Figura 31. A) Malla para cernir arena 7/16 y harnero de aluminio; B) Plástico cernido  
Fuente: Propia, 2016

#### 3.3.2 Aserrín

Una vez adquirido el aserrín se procedió a dejarlo por unos días con ventilación bajo techo para que se pueda secar. Una vez seco se lo cernió de a poco para poder obtener una medida de 0.3 x 0.1 cm de grosor y así conseguir un mejor resultado con la unión del plástico.



**Figura 32. A)** Aserrín secándose; **B)** Cernidor; **C)** Aserrín cernido  
**Fuente:** Propia, 2016

### 3.4 Equipos

**Tabla 15.** Equipos e implementos

<b>Descripción de equipos e implementos utilizados en el desarrollo de la investigación</b>	
Equipos e Implementos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcos de madera de 25x25x1 cm, de probetas para pruebas de absorción de agua, según norma 899.</li> <li>• Marcos de madera de 30x30x1 cm, de probetas para pruebas acústicas, por disponibilidad de una caja.</li> <li>• Marcos de madera de 10x10x15 cm, de probetas para pruebas de resistencia a la compresión.</li> <li>• Marcos de madera de 12x24x1 cm, de probetas para pruebas a flexión.</li> <li>• Balanzas electrónicas.</li> <li>• Caja acústica de 91.3 cm de largo, 36.3 cm de ancho y 38 cm de alto; Sonómetro: 850013, con rango de 30-130 db, rango de frecuencia 20 Hz; Parlantes: SP-U115 Genius, total de potencia máxima 3 watts, ruido 80 db, frecuencia de repuesta 150 Hz.</li> <li>• Calibrador; ACCU-TEK 250 con capacidad de carga a resistencia de 250,000 lbf. (1,112 Kn), bomba hidráulica y sistema de visualización digital; VERSA-TESTER con diferentes tipos de anillos para ensayos.</li> <li>• Espátula, taladro eléctrico, tornillos, guantes, latas, cernidores, harnero, sellador, aceite de vaselina, plana, destornilladores, playo, prensa, sierra, espátula, martillo, escuadra, pincel, jeringuilla de 60 ml, tornillos aglomerados, masilla, cinta malla para Gypsum, parante y soporte metálico, malla para cernir arena 7/16.</li> </ul>

**Fuente:** Propia, 2016

**Elaboración:** Propia, 2016



**Figura 33.** Materiales y herramientas para elaboración de probetas  
**Fuente:** Propia, 2016

### 3.5 Descripción de la preparación de la mezcla

Para poder obtener la composición adecuada del tablero, se procedió a experimentar con diversas dosificaciones y diferentes grosores de los materiales hasta llegar a obtener el tablero adecuado que cumpla con las características de mejor compactación, por ello se realizó una serie de pruebas que permitieron determinar el comportamiento previo de los materiales a utilizar en las diversas experimentaciones realizadas hasta el momento.

El principal objetivo para esta prueba fue la búsqueda de la resina que sea apta para la mezcla de los materiales determinándose que DISMAFLEX resina de vinil acrílica multiusos cuenta con propiedades como por ejemplo: resistencia al agua, no acumula polvo, flexible y para preparar recubrimiento en exteriores e interiores.

Una vez establecido el material aglomerante (resina) se procedió con la experimentación de las diferentes mezclas que se detallan más adelante.



**Figura 34.** Material antes de la clasificación, **A)** Plástico; **B)** Aserrín  
**Fuente:** Propia, 2016



**Figura 35.** Clasificación del material, **A)** Fibra; **B)** Partícula; **C)** Resina  
**Fuente:** Propia, 2016

### 3.6 Propuestas de tableros aglomerados de fibras y partículas

La propuesta de estos tableros está fundamentada principalmente en experimentar la cohesión de la fibra del plástico (PET) y la partícula de la madera (aserrín) con la resina vinil acrílica multiuso y así obtener tableros alivianados en cuanto a su estructura y sobre todo acústicos. A continuación se indica las mezclas experimentadas en este proceso:

#### 3.6.1 Tableros de fibras

Tabla 16. Tableros aglomerados P1 (fibras - cola)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y fibras de madera.</li> <li>• Cola Bioplast (cola blanca)</li> <li>• Aceite de vaselina</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 25x25x2 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los materiales a utilizar <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x1 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 3x1 cm.</li> <li>- Cola.</li> </ul> </li> <li>2. Dosificar los materiales en función de su peso: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. Peso total en seco 595g. En la mezcla se utilizó: 68% Plástico (223g) y 32% Aserrín (106g).</li> <li>- Mezcla 2. Peso total en seco 579g. en la mezcla se utilizó: 70% Plástico (281g) y 30% Aserrín (121g)</li> </ul> </li> <li>3. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo el plástico, el aserrín y la resina, en este caso cola, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>4. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso se utilizó aceite de vaselina.</li> <li>5. Se deja secar por una semana.</li> <li>6. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 17.** Tableros aglomerados P2 (fibras – resina - vinil)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y fibras de madera.</li> <li>• DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso</li> <li>• Nylon</li> <li>• Sellador</li> <li>• Aceite de vaselina</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 25x25x1 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los materiales a utilizar             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x1 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 1x0.2 cm.</li> <li>- Resina.</li> <li>- Nylon</li> </ul> </li> <li>2. Dosificar los materiales en función de su peso:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. 30% Plástico (106g), 9% Aserrín (31g), 60.5% Resina (216g) y 0.5% Nylon</li> <li>- Mezcla 2. 39% Plástico (150g), 5% Aserrín (19g), 55.5% Resina (216g) y 0.5% Nylon</li> <li>- Mezcla 3. 9% Plástico (31 g), 17% Aserrín (56g), 73.5% Resina (25 g) y 0.5% Nylon</li> </ul> </li> <li>3. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo el plástico, el aserrín, la resina y nylon, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>4. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso sellador para cubrir los espacios y luego se utilizó aceite de vaselina.</li> <li>5. Se deja secar por 3 días.</li> <li>6. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 3.6.2 Tableros de fibras y partículas

Tabla 18. Tableros aglomerados P3 (fibras - partículas – cemento – agua - vinil)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y partícula de madera.</li> <li>• Cemento y Agua</li> <li>• Nylon</li> <li>• Sellador</li> <li>• Aceite de vaselina</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 25x25x1 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los materiales a utilizar             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x0.3 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 0.3x0.1 cm.</li> <li>- Cemento y Agua</li> <li>- Nylon</li> </ul> </li> <li>2. Dosificar los materiales en función de su peso:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. Peso total en seco 313g. Peso total en mezcla 792g distribuidos: 8% Plástico (63g), 10% Aserrín (81g), 49.5% Cemento (398g), 32% Agua (250g) y 0.5% Nylon.</li> <li>- Mezcla 2. Peso total en seco 438g. Peso total en mezcla 724g distribuidos en: 9% Plástico (63g), 11% Aserrín (81g), 40.5% Cemento (300g), 39% Agua (280g) y 0.5% Nylon.</li> <li>- Mezcla 3. Peso total en seco 375g. peso total en mezcla 650g distribuidos: 10% Plástico (63g), 12% Aserrín (81g), 34.5% Cemento (226g), 43% Agua (280g) y 0.5% Nylon.</li> </ul> </li> <li>3. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo plástico, aserrín, cemento, agua y nylon, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>4. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso sellador para cubrir los espacios y luego se utilizó aceite de vaselina.</li> <li>5. Se deja secar por 5 días.</li> <li>6. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 19.** Tableros aglomerados P4 (fibras - partículas - resina - vinil)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y partícula de madera.</li> <li>• DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso</li> <li>• Nylon</li> <li>• Sellador</li> <li>• Crema Johnson</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 25x25x1 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los materiales a utilizar             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x0.3 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 0.1x0.3 cm.</li> <li>- Resina.</li> <li>- Nylon</li> </ul> </li> <li>2. Dosificar los materiales en función de su peso:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. Peso total en seco 357g. Peso total en mezcla 569g distribuidos: 15.11% Plástico (86g), 13.53% Aserrín (77g), 62.06% Resina (360g) y 0.5% Nylon. Pero contando con pérdida de material y por ello se le aumento 3.87% Plástico (22g), 1.93% Aserrín (11g), 2.27% Resina (13g), del porcentaje que se utilizó en cada uno, realizado con regla de tres.</li> <li>- Mezcla 2. Peso total en seco 322g. Peso total en mezcla 539g distribuidos: 10.57% Plástico (57g), 16.32% Aserrín (88g), 66.31% Resina (360g) y 0.5% Nylon. Pero contando con pérdida de material y por ello se le aumento 2.60% Plástico (14g), 1.30% Aserrín (7g), 2.40% Resina (13g), del porcentaje que se utilizó en cada uno, realizado con regla de tres.</li> </ul> </li> <li>3. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo el plástico, el aserrín, la resina y nylon, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>4. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso sellador para cubrir los espacios y luego se utilizó crema Johnson.</li> <li>5. Se deja secar por 3 días.</li> <li>6. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 20.** Tableros aglomerados P5 (fibras - partículas - resina)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y partícula de madera.</li> <li>• DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso</li> <li>• Sellador</li> <li>• Crema Johnson</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 25x25x1 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los materiales a utilizar             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x0.3 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 0.1x0.3 cm.</li> <li>- Resina.</li> </ul> </li> <li>2. Dosificar los materiales en función de su peso:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. Peso total en seco 352g. Peso total en mezcla 645g distribuidos: 17.83% Aserrín (115g), 72.56% Resina (468g) Pero contando con pérdida de material y por ello se le aumento 3.10% Aserrín (20g), 6.51% Resina (42g), del porcentaje que se utilizó en cada uno, realizado con regla de tres.</li> <li>- Mezcla 2. Peso total en seco 347g. Peso total en mezcla 564g distribuidos: 13.30% Plástico (75g), 18.62% Aserrín (105g), 68.08% Resina (384g).</li> <li>- Mezcla 3. Peso total en seco 350g. Peso total en mezcla 584g distribuidos: 7.70% Plástico (45g), 20.38% Aserrín (119g), 71.92% Resina (420g).</li> </ul> </li> <li>3. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo el plástico, el aserrín, la resina, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>4. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso sellador para cubrir los espacios y luego se utilizó crema Johnson.</li> <li>5. Se deja secar por 3 días.</li> <li>6. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 21.** Tableros aglomerados P5.1 (fibras - partículas - resina)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y partícula de madera.</li> <li>• DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso</li> <li>• Sellador</li> <li>• Crema Johnson.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 30x30x1 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los materiales a utilizar             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x0.3 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 0.1x0.3 cm.</li> <li>- Resina.</li> </ul> </li> <li>2. Dosificar los materiales en función de su peso:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. Peso total en seco 640g. Peso total en mezcla 1009g distribuidos: 10.79% Plástico (109g), 13.67% Aserrín (138g), 53.51% Resina (540g). Pero contando con pérdida de material y por ello se le aumento 2.51% Plástico (25g), 4.95% Aserrín (50g), 14.57% Resina (147g), del porcentaje que se utilizó en cada uno, realizado con regla de tres.</li> <li>- Mezcla 2. Peso total en seco 582g. Peso total en mezcla 898g distribuidos: 8.0% Plástico (71.84g), 20% Aserrín (179.6g), 72% Resina (646.56g). Porcentajes tomados en cuenta de los tableros anteriores.</li> </ul> </li> <li>3. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo el plástico, el aserrín, la resina, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>4. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso sellador para cubrir los espacios y luego se utilizó crema Johnson.</li> <li>5. Se deja secar por 3 días.</li> <li>6. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 22.** Tableros aglomerados P5.2 (fibras - partículas - resina)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y partícula de madera.</li> <li>• DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso</li> <li>• Sellador</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 10x10x15 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Seleccionar los materiales a utilizar             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x0.3 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 0.1x0.3 cm.</li> <li>- Resina.</li> </ul> </li> <li>8. Dosificar los materiales en función de su peso:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. Peso total en seco 848g. Peso total en mezcla 1263g distribuidos: 13% Plástico (164.2g), 19% Aserrín (240.0g), 68% Resina (858.8g).</li> <li>- Mezcla 2. Peso total en seco 874g. Peso total en mezcla 1237g distribuidos: 8.0% Plástico (99.0g), 20.0% Aserrín (247.4g), 72.0% Resina (890.6g).</li> </ul> </li> <li>9. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo el plástico, el aserrín, la resina, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>10. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso sellador para cubrir los espacios.</li> <li>11. Se deja secar por 2 semanas.</li> <li>12. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 23.** Tableros aglomerados P5.3 (fibras - partículas - resina)

<p style="text-align: center;"><b>MATERIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras de plástico y partícula de madera.</li> <li>• DISMAFLEX resina vinil acrílica multiuso</li> <li>• Sellador</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>IMPLEMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipiente</li> <li>• Balanza electrónica</li> <li>• Moldes de madera de 12x24x1 cm de espesor.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. Seleccionar los materiales a utilizar             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plástico PET de tamaño 0.5x0.3 cm.</li> <li>- Aserrín de tamaño 0.1x0.3 cm.</li> <li>- Resina.</li> </ul> </li> <li>14. Dosificar los materiales en función de su peso:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla 1. Peso total en seco 187g. Peso total en mezcla 319g distribuidos: 13.0% Plástico (41.5g), 19.0% Aserrín (60.6g), 68.0% Resina (216.9g).</li> <li>- Mezcla 2. Peso total en seco 175g. Peso total en mezcla 371g distribuidos: 8.0% Plástico (29.7g), 20.0% Aserrín (74.2g), 72.0% Resina (267.1g).</li> </ul> </li> <li>15. Realizar la mezcla manualmente en un recipiente plástico: uniendo el plástico, el aserrín, la resina, hasta conseguir una mezcla homogénea.</li> <li>16. Vertimos la mezcla en el molde que previamente debe estar cubierto con algún desmoldante, en este caso sellador para cubrir los espacios.</li> <li>17. Se deja secar por 3 días</li> <li>18. Desmoldar los tableros.</li> </ol>	 

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 3.6.3 Cuadro de resultados

Tabla 24. Cuadro de resultados de los tableros aglomerados

No. PROBETA	RESULTADOS	IMAGEN
P1	Realizado con los grosores de fibras obtenidos en el medio junto con cola que es el primer aglomerado en prueba, en el momento de desmoldarlos no se obtuvo un buen resultado porque dicha mezcla se pegó en el molde. En cuanto a lo estético estuvieron muy gruesas las fibras y muy ancho el grosor del tablero.	
P2	El aserrín utilizado es de menor grosor para la obtención de una mejor unión, unidos con nylon para poder observar que resultados brinda en su adherencia, realizados en menor grosor de tablero y en el momento de desmoldarlos se obtuvo una mejora en su resultado.	
P3	Se experimentó con otro material encontrado en el medio como es el cemento, para poder comparar la adherencia con los materiales a utilizar, en el cual también intervino el nylon y en el momento de desmoldarlos fue fácil, lo malo es que se iba desmoronando y con ellos se llegó a la conclusión de que no es una buena mezcla para ser usado en tableros.	
P4	Debido a los resultados obtenidos anteriores en cuestión de las fibras se llega a la conclusión de utilizarlas en partículas más pequeñas, interviniendo también el nylon para poder comparar resultados y en el momento de desmoldarlos se obtuvo un mejor resultado que los anteriores y con ellos se llegó a la conclusión de que el grosor de los materiales es el adecuado para pruebas, pero estos tableros no, debido a que contienen nylon y no es un material que interviene en la investigación.	

<p><b>P5</b></p>	<p>Con los mismos grosores de fibras de P4 y en diferentes porcentajes, pero sin el nylon debido a que no interviene en el tema de tesis y anteriormente solo era para comparaciones, se concluye que se obtiene una buena adherencia con los materiales y en el momento de desmoldarlos se obtuvo un buen resultado.</p>	
<p><b>P5.1</b></p>	<p>Contiene los mismos porcentajes y grosores de fibras de P5, siendo el patrón, a diferencia de que es realizado en tamaño más grande para poderlos meter en una caja acústica adquirida y como se dijo anteriormente en el momento de desmoldarlos se obtuvo el buen resultado y está listo para someterlo a dicha prueba.</p>	
<p><b>P5.2</b></p>	<p>Utilizando los mismos grosores de fibras y porcentajes de P5, que es el patrón, estas probetas son realizadas para someterlas a pruebas de compresión, el tiempo de secado fue más largo y al momento de desmoldarlas se tenía que hacer una cara a la vez debido a que se podía desmoronar todo, pero los cubos estaban listos para las pruebas.</p>	
<p><b>P5.3</b></p>	<p>Realizadas con los mismos grosores de fibras de P5 debido a que es el tablero con los porcentajes patrones, con el fin de obtener probetas para poder someterlas a pruebas de flexión, los resultados de desmolde son los mismos que los anteriores, en buen estado.</p>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 3.7 Procedimiento de ensayos de las dosificaciones propuestas

Para obtener la resistencia de un material, es importante que este sea sometido a una serie de ensayos físicos y mecánicos, datos que pueden variar debido a la diferencia de dosificaciones utilizadas en cuanto a sus componentes (fibra-partícula-resina), siendo el ensayo P5 el que da la pauta de los porcentajes, porque cuenta con una buena

adherencia y están dentro de los porcentajes que se pueden utilizar, para poder realizar los diferentes moldes para las probetas y así poderlas someter a las pruebas. A continuación se muestra la tabla de dosificaciones de cada composición, en porcentajes (%) y gramos, debido a que todos cuentan con peso propio.

**Tabla 25.** Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 25x25x1 cm

PROBETA (No)	TAMAÑO DEL TABLERO			MATERIALES	DOSIFICACIONES		
	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)		Peso Total (g)	Gramos (g)	Porcentaje a Utilizar (%)
1	1	25	25	Plástico PET	645	0	0
				Aserrín		135	20.93
				Resina		510	79.07
2	1	25	25	Plástico PET	564	75	13.30
				Aserrín		105	18.62
				Resina		384	68.08
3	1	25	25	Plástico PET	584	45	7.70
				Aserrín		119	20.38
				Resina		420	71.92

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 26.** Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 30x30x1 cm

PROBETA (No)	TAMAÑO DEL TABLERO			MATERIALES	DOSIFICACIONES		
	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)		Peso Total (g)	Gramos (g)	Porcentaje a Utilizar (%)
1	1	30	30	Plástico PET	1009	134	13.30
				Aserrín		188	18.62
				Resina		687	68.08
2	1	30	30	Plástico PET	898	71.84	8.0
				Aserrín		179.6	20.0
				Resina		646.56	72.0

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 27.** Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 10x10x15 cm

PROBETA (No)	TAMAÑO DEL TABLERO			MATERIALES	DOSIFICACIONES		
	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)		Peso Total (g)	Gramos (g)	Porcentaje a Utilizar (%)
1	15	10	10	Plástico PET	1263	164.2	13
				Aserrín		240.0	19
				Resina		858.8	68
2	15	10	10	Plástico PET	1237	99.0	8
				Aserrín		247.4	20
				Resina		890.6	72

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tabla 28.** Dosificaciones utilizadas en la elaboración de probetas de 12x24x1 cm

PROBETA (No)	TAMAÑO DEL TABLERO			MATERIALES	DOSIFICACIONES		
	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)		Peso Total (g)	Gramos (g)	Porcentaje a Utilizar (%)
1	1	12	24	Plástico PET	319	41.5	13
				Aserrín		60.6	19
				Resina		216.9	68
2	1	12	24	Plástico PET	371	29.7	8
				Aserrín		74.2	20
				Resina		267.1	72

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 3.7.1 Ensayo acústico

Para realizar las pruebas del ensayo acústico, se utilizaron probetas de 30x30x1 cm las mismas que se las realiza bajo un ensayo normalizado NBE-CA-88.

Tomando en consideración las probetas P5.1, donde el espesor y peso de cada probeta fue tomada previo al desarrollo de la prueba, para luego de realizarlo poder comprobar la cantidad acústica que aísla cada probeta.

En vista de que no se dispone del cuarto de laboratorio apropiado para realizar los ensayos acústicos, se utiliza una caja acústica elaborada por otros grupos de tesis, la cual está diseñada a escala de un cuarto de laboratorio real, conteniendo las medidas de cada espacio de 30x30 y en su parte media va las probetas realizadas, dicha caja ayuda en la obtención de resultados aproximados de aislación acústica.

Para dicha prueba se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = L1 - L2$$

Donde sí en un local se emite un nivel sonoro L1 y en el otro lado de un cerramiento se recibe el nivel residual L2, el aislamiento acústico de la pared estará expresado en decibelios. (44)

### 3.7.1.1 Procedimiento

Como ya se mencionó anteriormente en la norma UNE EN ISO 140-4 y adjuntada en el anexo 3 en la cual realizan ensayos en laboratorio colocando micrófonos a ciertas distancia, pero en este caso se procedió a conseguir la caja acústica de 91.3 de largo, 36.3 cm de ancho y 38 cm de alto, ubicada en el Departamento de Arquitectura y Artes, la cual ha sido utilizada para realizar pruebas acústicas a pequeña escala, donde se coloca los parlantes de uso propio a ciertas distancia por motivo de espacio y el sonómetro prestado del Departamento de Ingeniería Ambiental los cuales van a ser los equipos principales en la medición del aislamiento sonoro.



**Figura 36.** Equipos a utilizar, A) Caja acústica; B) Parlantes: SP-U115 genius; C) Sonómetro: 850013  
Fuente: Propia, 2016

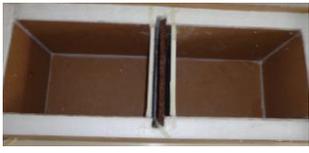
Seguidamente a los paneles realizados se los ubica en la parte central de la caja, entre tableros, debido a que en la actualidad están utilizando mucho el sistema drywall con fibra de vidrio en medio para poder obtener un aislamiento acústico entre ambientes y es por ello que se coloca dichos tableros como; gypsum, MDF recubierto de melamina, plywood, fibromineral y fibrocemento formando un tipo sándwich pero con cámara de

separación, debido al ancho de la estructura metálica de los parantes, a la vez los mismos materiales en vez del tablero obtenido se los compara con otros materiales del medio usados como aisladores acústico siendo: el corcho, fibra de vidrio y espumaflex, para proceder a tomar las medidas necesarias en cada ambiente, con el máximo volumen de los parlantes.

El ancho de las probetas realizadas y de los materiales usados como acústicos en el medio será de 1 cm, mientras que los tableros utilizados en el sistema drywall tendrán diferente medida de grosor como son: el gypsum con 1.3 cm, fibromineral con 1.2 cm, mdf con 1.5 cm, plywood con 1 cm y fibrocemento con 0.9 cm.

El ancho del parante utilizado es de 4 cm por lo tanto los tableros son ubicados en los extremos de la estructura metálica mientras que las probetas y los materiales de similar utilización son ubicados en la parte media.

**Tabla 29.** Disposición de los tableros con cámara de separación de 1.5 cm a cada lado

No. Prueba	Materiales a utilizar	Grosor	Imagen
1	Gypsum+gypsum	6.6cm	
2	Gypsum+probeta#1+gypsum	6.6cm	
3	Gypsum+probeta#2+gypsum	6.6 cm	
4	Gypsum+corcho+gypsum	6.6 cm	
5	Gypsum+espumaflex+gypsum	6.6 cm	

6	Gypsum+fibra de vidrio+gypsum	6.6 cm	
7	Fibromineral+fibromineral	6.4 cm	
8	Fibromineral+probeta#1+fibromineral	6.4 cm	
9	Fibromineral+probeta#2+fibromineral	6.4 cm	
10	Fibromineral+corcho+fibromineral	6.4 cm	
11	Fibromineral+espumaflex+fibromineral	6.4 cm	
12	Ffibromineral+fibra de vidrio+fibromineral	6.4 cm	
13	Mdf+mdf	7 cm	
14	Mdf+probeta#1+mdf	7 cm	

15	Mdf+probeta#2+mdf	7 cm	
16	Mdf+corcho+mdf	7 cm	
17	Mdf+espumaflex+mdf	7 cm	
18	Mdf+fibra de vidrio+mdf	7 cm	
19	Playwood+playwood	6 cm	
20	Playwood+probeta#1+playwood	6 cm	
21	Playwood+probeta#2+playwood	6 cm	
22	Playwood+corcho+playwood	6 cm	
23	Playwood+espumaflex+playwood	6 cm	

24	Playwood+fibra de vidrio+playwood	6 cm	
25	Fibro cemento+ fibrocemento	5.8 cm	
26	Fibro cemento+probeta#1+fibrocemento	5.8 cm	
27	Fibro cemento+probeta#2+fibrocemento	5.8 cm	
28	Fibro cemento+corcho+fibrocemento	5.8 cm	
29	Fibro cemento+espumaflex+fibrocemento	5.8 cm	
30	Fibro cemento+fibra de vidrio+fibrocemento	5.8 cm	

Fuente: Elaboración propia, 2016

Otro método que se utilizó para la toma de datos es colocar las probetas y los tableros utilizados en el medio como acústicos, recubriendo una cara de los tableros que se los consideraría como pared.

**Tabla 30.** Recubriendo una cara y con cámara de separación de 4 cm

No. Prueba	Materiales a utilizar	Grosor	Imagen
31	Gypsum+ gypsum+probeta#1	7.6 cm	
32	Gypsum+ gypsum +probeta#2	7.6 cm	
33	Gypsum+gypsum+corcho	7.6 cm	
34	Gypsum+gypsum+espumaflex	7.6 cm	
35	Fibromineral+fibromineral+probeta#1	7.4 cm	
36	Fibromineral+fibromineral+probeta#2	7.4 cm	
37	Fibromineral+fibromineral+corcho	7.4 cm	

38	Fibromineral+fibromineral+espumaflex	7.4 cm	
39	Mdf+mdf+probeta#1	8 cm	
40	Mdf+mdf+probeta#2	8 cm	
41	Mdf mdf+corcho	8 cm	
42	Mdf+mdf+espumaflex	8 cm	
43	Playwood+playwood+probeta#1	7 cm	
44	Playwood+playwood+probeta#2	7 cm	
45	Playwood+playwood+corcho	7 cm	

46	Playwood+playwood+espumaflex	7 cm	
47	Fibroemento+fibroemento+probeta#1	6.8 cm	
48	Fibroemento+fibroemento+probeta#2	6.8 cm	
49	Fibroemento+fibroemento+corcho	6.8 cm	
50	Fibroemento+fibroemento+espumaflex	6.8 cm	

Fuente: Elaboración propia, 2016

### 3.7.1.2 Análisis de resultados

Se realiza los ensayos bajo la Norma Básica de la Edificación CA-88 sobre condiciones acústicas, con los distintos paneles elaborados, obteniendo el aislamiento sonoro en dBA siendo una unidad de medida que deja las frecuencias más dañinas para nuestro oído. Los ensayos son realizados bajo el análisis de documentos y con las mismas condiciones. Con la utilización de una caja acústica utilizada en aislamiento sonoro a pequeña escala, parlantes de uso propio y sonómetro. En el anexo 4 y 5 se encuentran todas las pruebas realizadas, dejando a continuación los datos más relevantes es decir, en primer lugar el resultado del ensayo sin los tableros en medio, luego entre las dos mezclas realizadas compararlas y dejando la que contenga mayor aislamiento sonoro, frente al resto de materiales utilizado en el medio como aislante acústico.

De los cuales se puede observar que los tableros realizados con ciertos materiales aíslan de mejor manera, pero en cuanto a los tableros realizados, contienen un mayor aislamiento que el resto de materiales utilizados como aislamiento acústico.

**Tabla 31.** Aislamiento acústico de los tableros con cámara de separación de 1.5 cm

No. Prueba	Grosor cm	Recinto emisor dBA	Recinto receptor dBA	Aislamiento sonoro dBA
1	6.6 cm	100.7	89.9	10.8
3	6.6 cm	101.3	82.9	<b>18.4</b>
5	6.6 cm	101.1	85.5	15.6
7	6.4 cm	100.5	91.9	8.6
8	6.4 cm	98.6	85.8	<b>12.8</b>
12	6.4 cm	97.7	84.5	13.2
13	7.0 cm	100.7	89.3	11.4
14	7.0 cm	100.5	83	<b>17.5</b>
18	7.0 cm	100.6	83.7	16.3
19	6.0 cm	100.9	91.7	9.2
21	6.0 cm	99.0	88.6	<b>10.4</b>
24	6.0 cm	100.0	87.5	12.5
25	5.8 cm	100.4	90.1	10.3
27	5.8 cm	100.3	84.5	<b>15.8</b>
30	5.8 cm	100.7	83.3	17.4

Fuente: Elaboración propia, 2016

Se puede observar que las probetas realizadas ejercen su trabajo de aislamiento pero en cuanto con los materiales que son de madera ayudan a aislar en menor cantidad y el material que resalta es el gypsum hecho de yeso, siendo el más adecuado para poder

colocar como pared divisora junto a la probeta 2 realizada, colocados en forma de tipo sándwich, es decir la probeta dentro de los parantes, mientras que el gypsum se lo coloca fuera.

**Tabla 32.** Aislamiento acústico de los tableros con cámara de separación de 4 cm

<b>No. Prueba</b>	<b>Grosor cm</b>	<b>Recinto emisor dBA</b>	<b>Recinto receptor dBA</b>	<b>Aislamiento sonoro dBA</b>
31	7.6 cm	97.9	83.5	<b>14.4</b>
33	7.6 cm	98.7	81.5	17.2
36	7.4 cm	96.8	80.5	<b>16.3</b>
38	7.4 cm	95.5	80.5	15
40	8 cm	100.1	79.5	<b>20.6</b>
42	8 cm	100.9	81.7	19.2
43	7 cm	97.4	80.0	<b>17.4</b>
45	7 cm	98.5	79.9	18.6
48	6.8 cm	100.5	80.7	<b>19.8</b>
49	6.8 cm	100.3	81.4	18.9

Fuente: Elaboración propia, 2016

En cuanto a las probetas colocadas como recubrimiento de pared podemos observar de igual manera que la probeta 2 es la que resalta con aislamiento, a diferencia de que el mdf recubierto de melamina es el que ayuda a que no se proyecte mucho ruido.

### **3.7.2 Ensayo de absorción de agua**

Para realizar las pruebas de absorción de agua, se utilizaron probetas de 25x25x1 cm las mismas que cumplen con la norma NTE INEN 900 y NTE INEN 899.

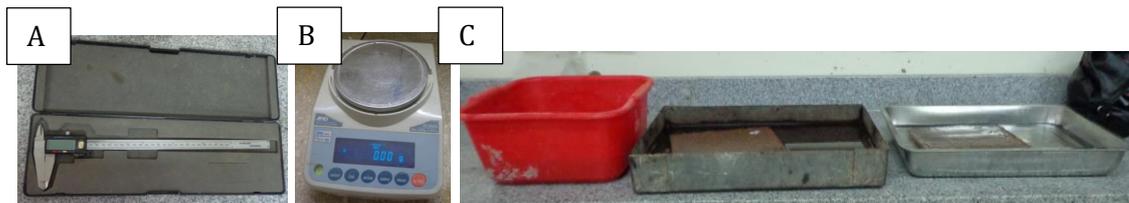
Tomando en consideración las probetas P5, donde el espesor y peso de cada probeta fue tomada previo al desarrollo de la prueba, para luego de realizarlo poder comprobar la cantidad de absorción de agua en cada probeta sumergida.

El equipo utilizado para esta prueba fue:

**Tabla 33.** Materiales para ensayos de absorción de agua

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
Calibrador	Instrumento de medida en cm.
Recipientes	Contenedor de líquido, donde se sumergirán las probetas.
Balanza eléctrica	Instrumento para pesar el peso de las probetas.

Fuente: Elaboración propia, 2016



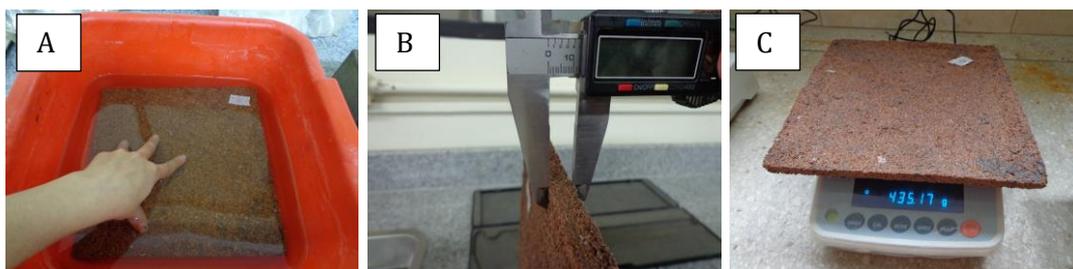
**Figura 37.** Materiales para ensayos de probetas, A) Calibrador; B) Balanza eléctrica; C) Recipientes  
Fuente: Propia, 2016

### 3.7.2.1 Procedimiento

La prueba consiste en determinar el espesor y el peso de cada probeta antes y después de ser sumergidos en agua con temperatura ambiente, durante el tiempo de 2 y 24 horas sumergidas en agua, según lo establece la norma NTE INEN 899.



**Figura 38.** Probetas antes de ser sumergidos, A) Medida; B) Grosor; C) Peso  
Fuente: Propia, 2016



**Figura 39.** Probetas después de ser sumergidos, A) En Agua; B) Grosor; C) Peso  
Fuente: Propia, 2016

Luego de realizar las respectivas mediciones de peso y espesor, al ser sumergidas en agua, se procedió a determinar el porcentaje de absorción de agua de cada probeta aplicando la siguiente fórmula:

$$Ht = \frac{t2 - t1}{t1} * 100$$

Ht: Hinchamiento (%)  
 t1: Espesor de probeta previo a inmersión  
 t2: Espesor de probeta luego a inmersión

### 3.7.2.2 Resultados de prueba de absorción de agua

Tabla 34. Resultados de ensayos de las probetas P5

	Materiales P5		Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3
<b>MEDIDAS CON CALIBRADOR</b>	<b>Medida (cm)</b>		24.7x25	25x25	24.8x25
	<b>Espesor</b>	<b>0h (cm)</b>	1	1	1
		<b>2h (cm)</b>	1.10	1.05	1
		<b>24h (cm)</b>	1.20	1.10	1.05
<b>PESO CON BALANZA</b>	<b>T2 (g)</b>	<b>0h</b>	351.56	346.94	350.29
	<b>T1 (g)</b>	<b>2h</b>	392.55	414.38	417.35
		<b>24h</b>	435.18	465.80	524.41
<b>RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA NORMA: NTE INEN 899</b>	<b>Espesor inicial (cm)</b>		1	1	1
	<b>2h (%)</b>		10	5	3
	<b>24h (%)</b>		20	10	5

Fuente: Elaboración propia, 2016

Utilizando la normativa NTE INEN 899, el cual establece un hinchamiento máximo del 20% para tableros que sean aptos para la construcción, donde el panel de la mezcla 1 que cuenta con: aserrín un 20.93% y resina 79.07% propuesto, obtiene un hinchamiento

del **20%** como lo dice la normativa que es el máximo, mientras que el panel de la mezcla 2 contando con: aserrín un 18.62%, plástico con un 13.30% y resina 68.08% propuesto se mantiene en la mitad de la normativa establecida es decir **10%**, pero el panel que aprueba exigencias de la normativa con un hinchamiento máximo del **5%** total, es la mezcla 3 que contiene 20.38% de aserrín, plástico un 7.70% y resina 71.92%, resultando factible para ser aplicado en la construcción.

### 3.7.3 Ensayo de compresión

Para realizar las pruebas de compresión, se utilizaron probetas de 10x10x15 cm las mismas que cumplen con la norma NTE INEN 900. Son realizadas manualmente con las dosificaciones establecidas anteriormente en la P5. La ecuación planteada en esta prueba es utilizada para evaluar propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 35. Materiales para prueba de compresión

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
Calibrador	Instrumento de medida en cm.
Balanza eléctrica	Instrumento para pesar el peso de las probetas.
ACCU-TEK	Equipo para calcular la compresión de la probeta, con aplastamiento de 6kn.
VERSA-TESTER	Equipo para calcular la compresión de la probeta, para trabajar con tabla.

Fuente: Elaboración propia, 2016

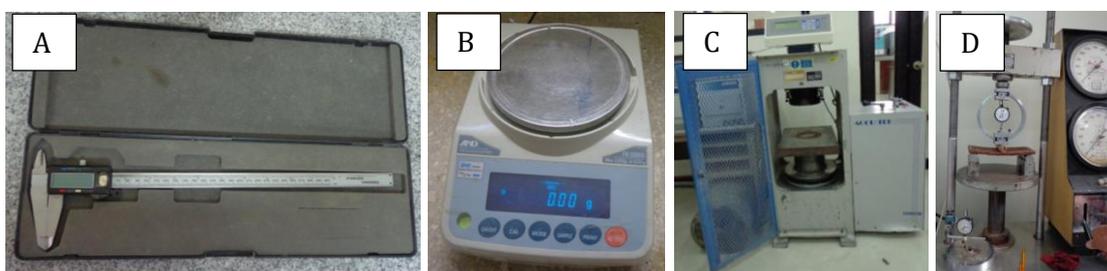


Figura 40. Equipos para ensayos de probetas, A) Calibrador; B) Balanza eléctrica; C) ACCU-TEK; D) VERSA-TESTER

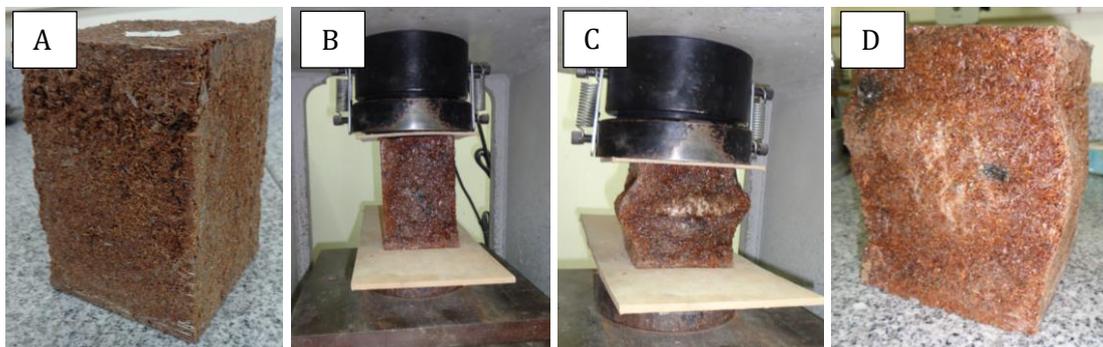
Fuente: Propia, 2016

### 3.7.3.1 Procedimiento

Los ensayos consisten en determinar con que fuerza se llega a romper las probetas realizada con los materiales propuestos y por ello se realizó diferentes ensayos para poder determinar su resistencia. Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Materiales del Departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja.

Primeramente se procede a enumerar las probetas a realizar porque la clasificación por los materiales con su dosificación ya estaba seleccionado anteriormente, luego se mide cada probeta y se la pesa para proceder a someterla en los diferentes equipos a compresión. Las pruebas van a ser sometidas según lo establece la norma NTE INEN 900.

La primera probeta es sometida a la maquina ACCU-TEK donde se pudo obtener algunos resultados, es decir la carga por la que es sometida ahí es de 6 kn y ello es lo que logra deformar por aplastamiento a la muestra y lo que se puede observar pasados los 10 minutos es que la probeta recupera algunos centímetros de su estado original. Es decir empieza con una altura de 14,5 cm, luego de ser sometida a la compresión obtiene una altura de 11,8 cm y pasado media hora obtuvo una altura de 13,6 cm.



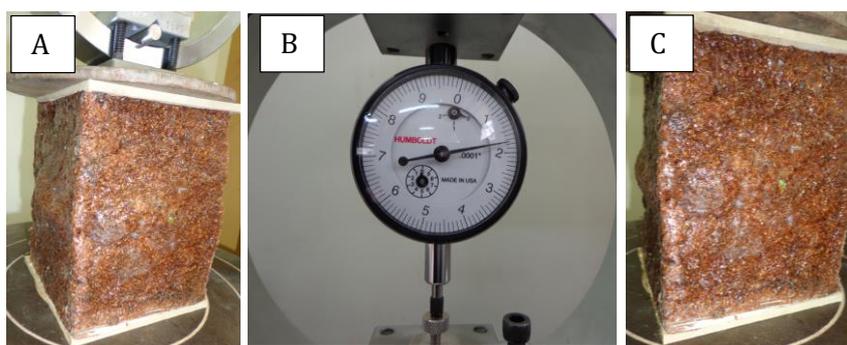
**Figura 41.** Probeta 1 al ser sometida, **A)** Probeta inicial; **B)** En el equipo; **C)** Sometida a carga; **D)** Recuperándose  
Fuente: Propia, 2016

La segunda probeta es sometida a prueba de compresión, pero para poder obtener otros resultados se la realiza en el equipo VERSA-TESTER y se aplica la fórmula utilizada en la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera, la cual es:

$$\sigma = \frac{P}{AC}$$

$\sigma$ : Esfuerzo a compresión (kg/cm<sup>2</sup>)  
P: Carga máxima (kg)  
AC: Área de la cara del cubo

Al realizar las pruebas de la probeta el equipo mantiene una constante de 4,94 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 42.** Probeta 2 al ser sometida, **A)** En el equipo; **B)** Peso máximo en el equipo; **C)** Luego de ser sometida  
**Fuente:** Propia, 2016

### 3.7.3.2 Resultados de pruebas a compresión

Únicamente de la probeta 2 se pudo obtener los siguientes resultados debido a que el equipo Versa- Tester puede arrojar valores con los cuales se trabaja en una tabla, pero en el anexo 6 se observa la tabla completa con los valores a cada cierto peso y con su respectiva gráfica.

En los resultados nos podemos dar cuenta que no cumplen con la norma ecuatoriana establecida, la misma que especifica un valor de 20 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión mientras que una de las probetas analizadas cuenta con un valor de 0,95 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión.

**Tabla 36.** Determinación de resistencia a compresión del material propuesto

<b>Muestra</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Deform. Unit. (%)</b>	<b>Carga Máx</b>	<b>Resistencia a compresión</b>
<b>Mezcla1</b>	848	14.5	10	18.62	6 kn	
<b>Mezcla 2</b>	874	15.0	10	15.24	94.21 kg	0.95 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

### 3.7.4 Ensayo a flexión

Para realizar las pruebas de flexión, se utilizaron probetas de 12x24x1 cm las mismas que están a escala de la medida del tablero que se realizará en la realidad y que cumplen con la norma NTE INEN 900. Son realizadas manualmente con las mismas dosificaciones de la P5. La ecuación planteada en esta prueba es utilizada para evaluar propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 37. Materiales para ensayos de flexión

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
Calibrador	Instrumento de medida en cm.
Balanza eléctrica	Instrumento para pesar el peso de las probetas.
VERSA-TESTER	Equipo para calcular la flexión de la probeta.

Fuente: Elaboración propia, 2016

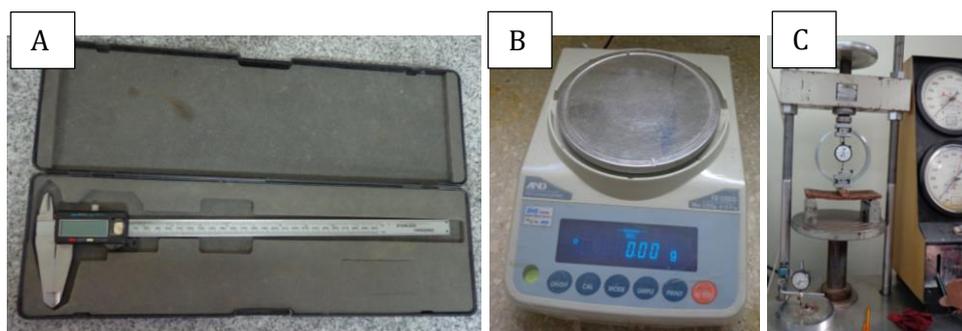


Figura 43. Equipos para ensayos de probetas, A) Calibrador; B) Balanza eléctrica; C) Versa-Tester

Fuente: Propia, 2016

#### 3.7.4.1 Procedimiento

Las pruebas consisten en determinar con que fuerza se llega a romper la probeta realizada con los materiales propuestos y las mismas dosificaciones establecidas anteriormente, por ello se realizó diferentes ensayos para poder determinar su resistencia.

Primeramente se procede a enumerar las probetas a realizar porque la clasificación por los materiales con su dosificación ya estaba seleccionado anteriormente, luego se mide cada probeta y se la pesa para proceder a someter a flexión. Las diferentes probetas van a ser sometidas según lo establece la norma NTE INEN 900.

Las dos probetas son sometidas en el equipo Versa- Tester, donde primero se tomó la medida de separación para poder colocarlas en el equipo, es decir según norma, la distancia desde los extremos es de 2 cm, quedando de luz 20 cm y en la mitad va la presión, mientras se realizaba el ensayo no daban una medida precisa y por ello se restó la luz dejándoles de 15 cm a cada una y con las cuales pudimos observar que tienen un alto nivel de flexibilidad la cual no permite que se rompa fácilmente y se recupera con una facilidad regresando casi a su estado original en menos de 20 minutos. Pudiendo llegar a deformarse hasta 6 cm con peso pero sin romperse.

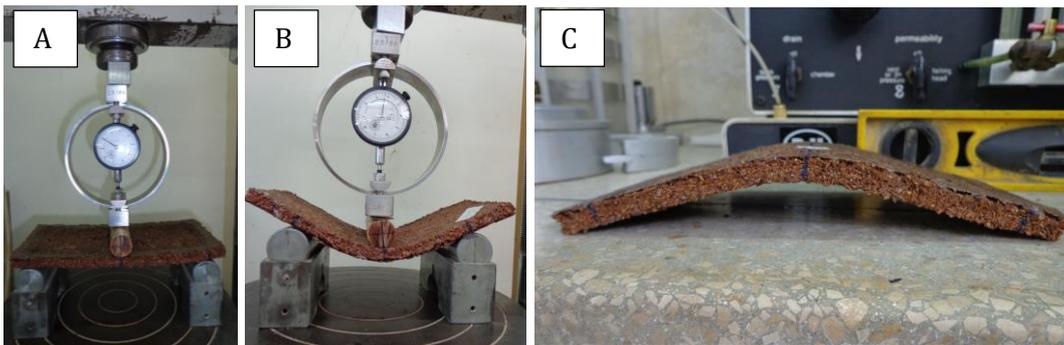


Figura 44. Probeta 1 y 2 al ser sometida, **A)** Probeta inicial; **B)** Sometida a carga; **C)** En recuperación

Fuente: Propia, 2016

La fórmula utilizada en la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera, es:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

R: Módulo de ruptura (MPa)  
P: Carga máxima (kg)  
L: Longitud del espécimen  
b: Ancho  
d: Grosor promedio

Al realizar las pruebas de la probeta el equipo mantiene una constante de 0,144 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.7.4.2 Resultados de pruebas a flexión

En el anexo 7 y 8 podemos observar las tablas completas con los valores a cada cierto peso y con su respectiva gráfica. A continuación se detalla el valor de flexión máxima:

**Tabla 38.** Determinación de resistencia a flexión de las probetas

<b>Muestra</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Deform. Unit. (%)</b>	<b>Carga Máx (kg)</b>	<b>Resistencia a flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Mezcla1</b>	187	1	15	10	20.32	1.43	3.21
<b>Mezcla 2</b>	175	1	15	10	22.35	1.44	3.24

Fuente: Elaboración propia, 2016

Podemos observar que las probetas propuestas no cumplen con la norma ecuatoriana que dice que tienen que tener un valor de 15 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la flexión.

**CAPITULO IV**  
**CONSTRUCCIÓN DE UNA PARED**

#### 4.1 Construcción de tablero

De los ensayos realizados, hemos obtenido que los componentes: plástico, aserrín y resina, con diferentes dosificaciones, como se muestran en el capítulo 3 tabla 26, son los adecuados para la elaboración de los tableros aplicados en paredes.



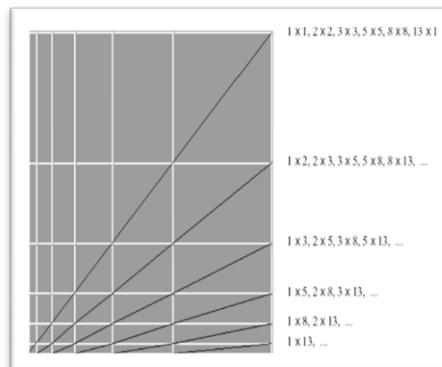
**Figura 45.** Tableros aplicados en paredes, A) Tablero No. 3 de 25x25x1 cm; B) Tablero No. 2 de 30x30x1 cm  
Fuente: Propia, 2016

#### 4.2 Determinación de medidas para la elaboración del tablero tipo

Las dimensiones de los elementos de madera disponibles en la construcción llevan consigo por economía el uso de elementos modulares, reflejado en un diseño coherente, teniendo en cuenta el material para su adecuado uso.

“El diseño modular permite reducir el desperdicio del material”. (32)

Por ende los módulos de 30x30x1 cm siendo los más utilizados en sistemas constructivos locales, teniendo como objetivo principal cumplir con aspectos funcionales, constructivos y de diseño, determinando una sección, considerando medidas de fácil trabajo en obra y transporte, a su vez se acopla a paredes de 2.40 hasta 2.70 de alto, que son más comunes en nuestro medio.



**Figura 46.** Módulos constructivos  
Fuente: Magaly del Carmen Jiménez Salinas, G. A. (2014)

### 4.3 Propuesta del proceso constructivo de una pared

El sistema constructivo utilizado será el de la estructura de un drywall (track y stud) como sostén de los paneles, formando un panel tipo sándwich.



**Figura 47.** Estructura metálica track y stud  
Fuente: Propia, 2016

#### 4.3.1 Procedimiento y resultados

1. Seleccionar los materiales a utilizar
  - Soporte metálico
  - Track y Stud 1 5/8 x 2.44 x 00.40 gypsum
  - Tornillo P/aglomerado #6 x 1" Hil.fino gypsum
  - Tornillo punta de broca autoperforante de ½ pulgada x 8mm
  - Empaste y agua
2. Armar la estructura (track elementos que conforman el perfil externo de la estructura y stud en elementos internos al perfil de la estructura.) de preferencia a 60 cm de separación, para mayor seguridad.



**Figura 48.** Estructura metálica, uniones  
Fuente: Propia, 2016

3. Sujetar la estructura y los tableros en forma de sándwich para lograr obtener una pared de nivel acústico, con los tornillos de madera.



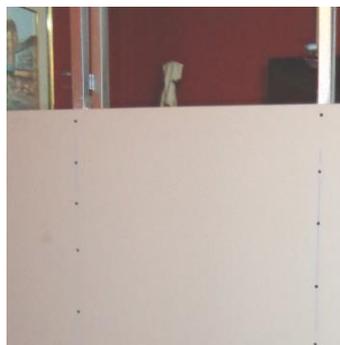
**Figura 49.** Tornillos punta de broca autoperforante  
**Fuente:** Propia, 2016

Para colocar el tornillo se debe taladrar para conseguir un hoyo en la estructura. El tornillo penetra fácilmente. La cabeza plana del tornillo debe de quedar al ras de la estructura y para poder conseguir un fácil acoplamiento del panel de gypsum en la estructura que procedió a colocar parantes horizontales entre los parantes verticales.



**Figura 50.** Fijación del tornillo  
**Fuente:** Propia, 2016

Los tornillos se colocaron a unos 20 cm del borde del panel por seguridad del panel. Recomendado en este caso tornillos en cada parante.



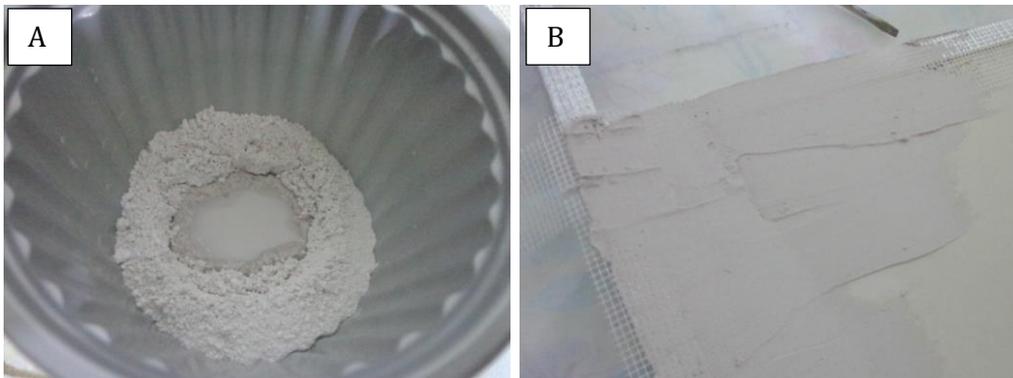
**Figura 51.** Fijaciones del panel  
**Fuente:** Propia, 2016

4. Si existe algún vano en la pared, se establece desde el replanteo para que sea de fácil armado con el stud el perfil del mismo. Realizando el corte del panel con amoladora.
5. Para los acabados de la pared se puede utilizar el acabado liso donde se puede dar un mate liso, debido a que las caras del Gypsum son lisas.



**Figura 52.** Cara del acabado liso  
**Fuente:** Propia, 2016

Otro acabado que también se puede realizar es el revestimiento con empaste para que quede una cara completamente lisa y uniforme y sin q se note la estructura.



**Figura 53.** Empaste, A) Mezcla; B) Colocación  
**Fuente:** Propia, 2016

6. Una vez finalizado la colocación del empaste sobre la estructura y el Gypsum, ente los cuales se encuentra el panel propuesto se logra obtener una pared de alto nivel acústico y completamente liso.



**Figura 54.** Aplicación del sándwich en división interior.  
**Fuente:** Propia, 2016

Nota: puede haber la posibilidad de usar tres tipos de acabados:

1. El acabado tipo sándwich (tablero entre gypsum)



**Figura 55.** Acabado sándwich.  
**Fuente:** Propia, 2016

2. El acabado con empaste donde cubre completamente el gypsum y la estructura.



**Figura 56.** Acabado liso  
**Fuente:** Propia, 2016

NOTA: Este tipo de sistema es muy utilizado en divisiones de oficinas.

### 4.3.2 Materiales

Los materiales utilizados en el proceso constructivo son comercializados en el mercado local y nacional y por ende de fácil acceso:

- **Estructura metálica:** permite la instalación en su interior y utilizado en el sistema drywall, el cual es un sistema de colocación rápido.
- **Tornillos autoperforantes:** dan facilidad de sujeción entre el panel y la estructura, son económicos y de igual manera se los puede obtener en el mercado.
- **Empaste:** su aporte es de recubrimiento de la estructura y el Gypsum.
- **Gypsum:** Nos ayudará a lograr un acabado de sándwich con los paneles y a su vez una mejor aislación acústica.

### 4.4 Precios unitarios de los tableros propuestos

A continuación se detalla los precios establecidos en el panel realizado primeramente en m<sup>2</sup>, para luego proceder a tomar en cuenta por las medidas del panel completo con tamaño de una plancha de gypsum de 1,20x2,40 m, teniendo como resultado 2.88 m<sup>2</sup>.

## PRESUPUESTO REFERENCIAL PANEL RESINA, ASERRÍN Y PLÁSTICO

**NOMBRE DEL PROPONENTE:** PAOLA FERNANDA HIDALGO TAPIA

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**

HOJA 1 DE 4

Tablero acústico para pared interna m<sup>2</sup>

**DETALLE:**

**UNIDAD:** M2

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales(5% M.O.)	1,00				0,13200
Taladro eléctrico	1,00	2,0000	2,00000	0,40000	0,80000

**SUBTOTAL (M)** **0,93200**

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,30	3,30000	0,40000	1,32000
Albañil	1	3,30	3,30000	0,40000	1,32000

**SUBTOTAL (N)** **2,64000**

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Plástico	KG	1,8700	0,1000	0,18700
Aserrín	KG	1,9000	0,1000	0,19000
Resina	KG	5,5500	4,0000	22,20000

**SUBTOTAL (O)** **22,57700**

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL (P)**

Estos precios no incluyen IVA

Loja, 02 de septiembre de 2016

**Paola Hidalgo**  
**ELABORACIÓN**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>26,14900</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>26,15</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>26,15</b>

**Figura 57.** Tablero acústico para pared interna m<sup>2</sup>

Fuente: Propia, 2016

#### 4.4.1 Precio unitario del tablero completo

A continuación se procede a realizar el análisis del precio unitario en m2 de construcción de pared.

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL TABLERO ACÚSTICO + GYPSUM</b>					
<b>NOMBRE DEL PROPONENTE: PAOLA FERNANDA HIDALGO TAPIA</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>RUBRO:</b> Sistema acústico					HOJA 2 DE 4
<b>DETALLE:</b>					<b>UNIDAD: M2</b>
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales(5% M.O.) Taladro eléctrico	1,00 1,00	2,0000	2,00000	0,50000	0,16500 1,00000
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>1,16500</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón Albañil	1 1	3,30 3,30	3,30000 3,30000	0,50000 0,50000	1,65000 1,65000
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>3,30000</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tablero acústico para pared interna	M2	1,0000	26,1500	26,15000	
GYPSUM	M2	2,0000	3,6500	7,30000	
Stud Gypsum	u	1,0000	1,3000	1,30000	
Track 5/8 x 2,44 x 0,40 Gypsum	u	1,0410	1,1700	1,21797	
Tornillo aglomerado #6 x 1" Gypsum	u	17,0000	0,0180	0,30600	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>36,27397</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					
Estos precios no incluyen IVA					
Loja, 02 de septiembre de 2016					
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>40,73897</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					
<b>OTROS INDIRECTOS</b>					
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>40,74</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>40,74</b>
<b>Paola Hidalgo</b>					
<b>ELABORACIÓN</b>					

Figura 58. Sistema acústico: tablero acústico + gypsum  
Fuente: Propia, 2016

## PRESUPUESTO REFERENCIAL EMPASTE PARA INTERIORES

**NOMBRE DEL PROponente:** PAOLA FERNANDA HIDALGO TAPIA

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**  
EMPASTADO DE PAREDES INTERIORES

HOJA 3 DE 4

**DETALLE:** UNIDAD: m2

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales(5% M.O.)					0,08250

**SUBTOTAL (M)** **0,08250**

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1	3,30	3,30000	0,25000	0,82500
Peón	1	3,30	3,30000	0,25000	0,82500

**SUBTOTAL (N)** **1,65000**

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Agua	Lt.	4,0000	0,0014	0,00560
Empaste para interiores	Kg	1,0000	0,9500	0,95000

**SUBTOTAL (O)** **0,95560**

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

**SUBTOTAL (P)**

Estos precios no incluyen IVA

Loja, 02 de septiembre de 2016

**Paola Hidalgo**  
**ELABORACIÓN**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>2,68810</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2,69</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,69</b>

**Figura 59.** Empastado de paredes interiores  
Fuente: Propia, 2016

## PRESUPUESTO REFERENCIAL PINTURA PARA INTERIORES

**NOMBRE DEL PROponente:** PAOLA FERNANDA HIDALGO TAPIA

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**RUBRO:**  
PINTURA DE CAUCHO INTERIORES

HOJA 4 DE 4

**DETALLE:** **UNIDAD:** m2

#### EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales(5% M.O.)					0,06353
Andamios	1,00	0,1200	0,12000	0,35000	0,04200

**SUBTOTAL (M)** **0,10553**

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Pintor	1	3,30	3,30000	0,35000	1,15500
Peón	0,1	3,30	0,33000	0,35000	0,11550

**SUBTOTAL (N)** **1,27050**

#### MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Latex vinyl acrílica	gl	0,0800	14,0000	1,12000
LIJA, VARIOS	GLOBAL	1,0000	0,2000	0,20000

**SUBTOTAL (O)** **1,32000**

#### TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Sellador empaste GLIDDEN	gl	0,0300	0,2700	0,00810
Latex vinyl acrílica	gl	0,0800	0,9800	0,07840

**SUBTOTAL (P)** **0,08650**

Estos precios no incluyen IVA

Loja, 02 de septiembre de 2016

**Paola Hidalgo**  
**ELABORACIÓN**

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>2,78253</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2,78</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,78</b>

**Figura 60.** Pintura de caucho interiores  
Fuente: Propia, 2016

#### 4.4.2 Presupuesto general de un tablero acústico

A continuación se desglosa el precio final de un armado de pared por m2 en forma de sándwich con el tablero acústico realizado.

Tabla 39. Presupuesto tablero acústico completo

<b>PRESUPUESTO DE UN MÓDULO</b>					
	<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
1	Tablero acústico	M2	1.00	40.74	40.74
2	Empaste	M2	1.00	2.69	2.69
3	Pintura	M2	1.00	2.78	2.78
<b>Subtotal</b>					46.21
<b>Iva 14%</b>					6.47
<b>Total</b>					52.68

Fuente: Elaboración propia, 2016

#### 4.4.3 Análisis comparativo del tablero acústico vs. materiales en el medio

Se considera necesario que a los tableros realizados se los compare con los precios de los tableros encontrados en el medio, los utilizo en el ensayo de aislamiento acústico y así poder tener en cuenta que tan rentable es reemplazar los materiales más comunes existentes, por una nueva propuesta realizada desglosando el valor unitario de cada pieza y sus características.

A continuación se hace una comparación con el gypsum en forma de sándwich porque es un tablero que arrojó buenos resultados acústicos según las pruebas realizadas:

**Tabla 40.** Precios unitarios para pared m<sup>2</sup> con gypsum

<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>	<b>Aislamiento</b>
Tablero de resina, aserrín y plástico	<b>54.58 dólares</b>	<b>18.4</b>
Tablero de corcho	48.20 dólares	17.0
Fibra de vidrio de 8 líneas	50.64 dólares	13.2
Panel de espumaflex	24.76 dólares	15.6

Fuente: Elaboración propia, 2016

También se realiza una comparación con mdf donde los tableros recubren una pared debido a que arrojo buenos resultados acústicos según las pruebas realizadas:

**Tabla 41.** Precios unitarios para pared m<sup>2</sup> con mdf

<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>	<b>Aislamiento</b>
Tablero de resina, aserrín y plástico	<b>44.97 dólares</b>	<b>20.6</b>
Tablero de corcho	38.59 dólares	15.7
Panel de espumaflex	15.15 dólares	19.2

Fuente: Elaboración propia, 2016

Luego de haber obtenido un valor aproximado de los tableros, nos podemos dar cuenta que si se trata de un elemento competitivo en el mercado, siendo un tablero que garantiza aislamiento acústico, aunque no cumple totalmente con las normas establecidas en la construcción pero hay que tomar en cuenta que en el costo del tablero obtenido no se ha cuantificado el valor que significa liberar al medio ambiente de un contaminante como es el PET y el aserrín.

## **COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

El tablero obtenido cumple con las condiciones para ser utilizado como un aislamiento acústico en paredes internas de una vivienda.

## CONCLUSIONES

Una vez realizada la investigación, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El exceso de plástico y aserrín acumulado en el medio ambiente, generan contaminación en el mismo, por eso es pertinente reciclar dichos materiales para usarlos como material de refuerzo apto para tableros acústicos.
- Los residuos de plástico y aserrín presentan una gran adherencia con el aglomerante de resina de vinil acrílica multiuso, el cual ayuda a obtener un tablero resistente y acústico.
- La mezcla 2 de la P5.1 que está distribuida con: aserrín 20.0%, plástico 8.0% y resina 72.0% obtiene un mejor resultado con un 18.4 DB de aislamiento acústico.
- La absorción de agua en los tableros acústicos cumple con lo estipulado en la Norma INEN de que no deban sobrepasar el 20% en 24 horas (5%).
- El uso de más cantidad de aserrín en la mezcla genera mayor aislamiento acústico, pero que no sobrepasen el 90 % tomado como referencia solo el aserrín.
- La mezcla de plástico, aserrín y resina dan como resultado un tablero de fácil flexión y es por ello que al momento de someterlo a pruebas de flexión no se llegó a romper y al cabo de pocos minutos el tablero recobró casi su forma inicial, pero no cumple con la norma establecida.
- Al ser sometidos a pruebas de compresión el tablero se llegó a comprimir, pero al igual que en la prueba de flexión no se rompió y al cabo de pocos minutos recobraba algo de su forma inicial, pero no cumple con la norma establecida.
- El aserrín y plástico al ser mezclados con cola, no dan un buen resultado como tablero de refuerzo, debido a que la cola no es muy compacta como la resina.
- La inclusión de cemento no favorece la mezcla para la elaboración de tableros acústicos.
- El costo monetario del tablero obtenido es mayor frente al ofrecido en el mercado local, debido al alto precio de la resina, pero considerando la eliminación de un contaminante en el ambiente, este costo se ve justificado.
- El uso solamente del aserrín no favorece en las mezclas para obtener el tablero acústico, porque en las pruebas de aislamiento entre más madera estaba presente menos aislamiento existía.

## RECOMENDACIONES

- Usar secado mecánico para lograr obtener el tablero en un menor tiempo.
- Usar menos madera en la mezcla para conseguir mayor aislamiento sonoro.
- Promover la continuación en la investigación del uso de materiales reciclados para obtener nuevos materiales para la construcción.
- Motivar que temas de investigación como el presente, sirvan como base de nuevos Emprendimientos que nacen desde la Academia.
- Para que existía un menor costo en los tableros se recomienda buscar una alternativa de aglomerado que sea de fácil adquisición y de buenas propiedades.
- Facilitar un laboratorio de aislación acústica para poder realizar los ensayos planteados en la tesis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANG. (19 de Diciembre de 2013). El mercurio. Obtenido de [http://www.elmercurio.com.ec/410548-loja-record-alumnos-de-11-planteles-recolectaron-7-toneladas-de-botellas/#.VZ8tRPI\\_Oko](http://www.elmercurio.com.ec/410548-loja-record-alumnos-de-11-planteles-recolectaron-7-toneladas-de-botellas/#.VZ8tRPI_Oko)
- (2) Blog. (30 de mayo de 2011). *Tecnología de los plásticos*. Recuperado el 10 de junio de 2015, de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>
- (3) Jose Gabriel Hachi Quintana, J. D. (marzo de 2010). *dspace.ups.edu.ec*. Recuperado el 07 de junio de 2015, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2450/20/UPS-GT000106.pdf>
- (4) Orgánica, D. Q. (s.f.). *eis.eva.es*. Recuperado el 07 de junio de 2015, de [http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/propiedades\\_y\\_caracteristicas.htm](http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/propiedades_y_caracteristicas.htm)
- (5) Olivares Santiago, M., Galán Marín, C., & Roa Fernández, J. (2003). Los Composites. Características y aplicaciones en la edificación. *Informes de la Construcción*, 54(484), 45-62.
- (6) Construcción, L. s. (210). *Tecnología y desarrollo*. (Separata, Ed.) Recuperado el 12 de 2015, de <https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=LA+SELECCI%C3%93N+SOSTENIBLE+DE+LOS+MATERIALES+DE+CONSTRUCCI%C3%93N>
- (7) EGOAVIL-CUEVA, G. R. A. C. I. E. L. A., & GONZALES, E. (2003). Tableros de fibras de la madera de " tornillo"(*Cedrelinga cateniformis Ducke*):" Tornillo"(*Cedrelinga cateniformis Ducke*). *Bosque (Valdivia)*, 24(3), 39-44.
- (8) NORIEGA, M. 1996. Aptitud del *Eucalyptus globulus* en la preparación de tableros de fibrocemento. Tesis Mg Sc. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 116 pp.
- (9) MALDONADO, J. 1989. Industrias Forestales de Transformación Química. Univ. Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 24 pp.
- (10) KOLLMANN, F.P., E. KENZI, A. STAMM 1975. *Principles of Wood Science and Technology II. Wood Based Materials*. New York. 703 pp.
- (11) MALONEY, T. 1977. *Modern Particleboard and Processes Fiberboard*

Manufacturing. Miller Freeman Publications. 672 pp.

- (12) MYERS, G. 1986. "A comparison of hardboards manufactured by semidry, dry, and wet formed processes", *Forest Products Journal* 36 (7/8): 49-56.
- (13) Jara, M. S., & Muñoz, J. L. (2002). Compuestos mixtos a base de plasticos Y madera. *Theoria*, 11(1), 35-40.
- (14) KUMAR, S. (1994). Chemical modification of wood. *Wood and fiber Sci.* 26 (2): pp. 270-280.
- (15) TAKATANI, N., ITO, H., OHSUGI, S., KITAYAMA, T., SAEGUSA, M., KAWAI, S., OKAMOTO, T. (2000). Effect of lignocellulosic materials on the properties of thermoplastic polymer/wood composites. *Holzforschung*, Vol. 54: pp. 197-200.
- (16) Guadalupe, L. R. M., Ivan, V., & Javier, F. T. F. BIODETERIORO DE TABLEROS BAGAZO DE CAÑA-POLIETILENO (RESIDUAL) POR HONGOS XILÓFAGOS.
- (17) Morris, P.I. and Cooper, P. 1998. Recycled plastic/wood composite lumber attacked by fungi. *Forest Products Journal*. 48(1):86-88.
- (18) GAGGINO Rosana, BERRETTA Horacio, GATANI Mariana, ARGUELLO Ricardo. "Ladrillos, bloques y placas con plásticos reciclados para viviendas de interés social". En: 16ª Reunión Técnica de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. Mendoza, Argentina. 2006. Ed. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza. Capítulo en Libro, pp. 87 a 94.
- (19) 27721, c. d. Nuevos materiales para mampuestos con plasticos reciclados. En Componentes para transferencia tecnológica.
- (20) PLATA, C. G. (2008). FICHA TÉCNICA DEL LADRILLO PET. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA-PERU, GESTION DEL MEDIO AMBIENTE, Tarapoto.
- (21) Asso, F. O. (1973). *Materiales de construcción* (septima edición ed.). Madrid: DOSSAT, S.A
- (22) L. Garcia Esteban, A. G. (2002). *La madera y su tecnología*. Madrid: Mundi-Prensa.

- (23) TECNOLOGIAS LIMPIAS. Etapas y equipos del proceso de los tableros de madera.
- (24) ENRIQUE PERAZA ARQUITECTO(2008). Productos de madera para arquitectura.
- (25) PLACACENTRO MASISA. Construcción de prefabricados.
- (26) Magaly del Carmen Jiménez Salinas, G. A. (2014). Reutilización del bagazo de la caña de azúcar, en la elaboración de tableros y su aplicación en paredes, pisos y cielos falsos. . TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, TITULACIÓN DE ARQUITECTURA, Loja.
- (27) REYES, S. (2013). Tesis fin de titulación. Paneles de fibras. UTPL. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION INEN. Tableros aglomerados.
- (28) Harris, E. (1971). Ebanistería y Carpintería de la construcción. México: Carvajal & Cia.
- (29) Palacios, W. (2011). Árboles del Ecuador 2011. Quito: Ministerio del Ambiente.
- (30) Certificada, C. (2008). Disma. Obtenido de [www.disma.com.ec](http://www.disma.com.ec)
- (31) Rodríguez, V. M. (2008). MEDIDAS DE AISLAMIENTO ACUSTICO. MADRID: GARCIA BBM S.L.
- (32) NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (2013) Ministerio de desarrollo urbano y vivienda MIDUVI. CAPITULO 7. pag.8
- (33) Soberón, I. L. (2009). monografias.com. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos32/procesamiento-plasticos/procesamiento-plasticos.shtml>
- (34) Muñoz, H. R. C., & Ricardo, H. (2003). Caracterización de astillas y aserrín para una planta de tableros de partículas en Valdivia. Universidad Austral. De Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia Chile.
- (35) Poblete, H. E. R. N. Á. N. (2001). Tableros de partículas. Chile: Ed. El Kultrún.
- (36) Poblete, H. (1985). Influencia del tamaño de la partícula sobre las

propiedades mecánicas flexión y tracción en tableros de partículas aglomerados con ureaformaldehído. Simposium Pinus radiata Investigación en Chile. Univ. Austral de Chile, Facultad de Cs. Forestales, Valdivia, 241-256.

- (37) Heebink, B. G., & Hann, R. A. (1959). How wax and particle shape affect stability and strength of oak particleboards. *Forest Prod. J*, 9(7), 197-203.
- (38) Lehmann, W. F., & Geimer, R. L. (1974). Properties of structural particleboards from Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii*] forest residues. *Forest Products Journal*.
- (39) Post, P. W. (1961). Relationship of flake size and resin content to mechanical and dimensional properties of flake board. *Forest Products Journal*, 11(1), 34-37.
- (40) (s.f.). Tableros de partículas. Obtenido de [http://infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_460\\_particulas.pdf](http://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_460_particulas.pdf)
- (41) Isbert, A. C. (1998). Diseño acústico de espacios arquitectónicos (Vol. 4). Univ. Politèc. de Catalunya.
- (42) Soto, M. L. (2012). Materiales aislantes acústicos para muros. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- (43) Cadiergues, R., & Munné, A. (1987). Aislamiento y protección de las construcciones. Gustavo Gili.
- (44) MIGUEL, P. (1980). Aislamiento Térmico y Acústico. Ediciones CEMC SA, 10.
- (45) Rodríguez, V. M. (2008). MEDIDAS DE AISLAMIENTO ACUSTICO. MADRID: GARCIA BBM S.L.
- (46) Miñana, J. P. (1969). Compendio práctico de acústica. Labor.
- (47) Rougeron, C. (1977). Aislamiento acústico y térmico en la construcción. Reverte.
- (48) andimat, M. (2009). Soluciones de aislamiento acústico. Madrid.
- (49) Veracruzana, U. (2016). Dirección de comunicación de la ciencia. Obtenido

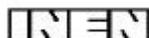
de [http://www.uv.mx/cienciauv/blog/botellas\\_desechables/](http://www.uv.mx/cienciauv/blog/botellas_desechables/)

- (50) Mayor Lobo, P., Bustamante Montoro, R., Rangel, C., & Hernandez Olivares, F. (2008). Propiedades térmicas, acústicas y mecánicas de placas de morteros de yeso-caucho.

## **ANEXOS**

# Anexo 1

CDU: 674.031.093  
ICS: 79.060.10



CIU: 3311  
AG 05.03-401

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. REQUISITOS.	NTE INEN 900:2003 2003-12
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los tableros contrachapados, para efectos de certificación.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DEFINICIONES</b></p> <p>2.1 Para efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones a más de las indicadas en la NTE INEN 892 y 1156.</p> <p>2.1.1 <i>Tableros contrachapados.</i> Producto constituido por tres o más chapas de madera, unidas con cola y colocadas corrientemente de modo que las fibras de cada una formen ángulo recto con las fibras de la contigua, para lograr una constitución equilibrada.</p> <p>2.1.2 <i>Chapa.</i> Hoja delgada de madera, de espesor uniforme obtenida por desenrollado o rebanado y que se emplea en la fabricación de enchapes o de tableros contrachapados.</p> <p>2.1.3 <i>Alma.</i> Chapa o chapas interiores con la fibra transversal a la dirección del tablero contrachapado.</p> <p>2.1.4 <i>Caras interiores.</i> Chapa o chapas interiores con la fibra longitudinal a la dirección del tablero contrachapado.</p> <p>2.1.5 <i>Cara o vista.</i> Es el lado de un tablero contrachapado en el cual es colocada la chapa de mayor calidad. Cuando las superficies son de igual calidad las dos reciben el nombre de cara.</p> <p>2.1.6 <i>Contracara.</i> Es el lado de un tablero contrachapado en el cual es colocada la chapa de menor calidad.</p> <p>2.1.7 <i>Empalmado o juntado.</i> Proceso que consiste en pegar las chapas longitudinal o transversalmente por máquinas juntadoras, con el objeto de unir las y formar chapas más anchas o largas respectivamente. Las chapas pueden unirse mediante cintas, hilos o adhesivos y los bordes pueden ser biselados.</p> <p>2.1.8 <i>Desenrollado.</i> Proceso por el cual la troza de madera gira sobre un eje longitudinal contra una cuchilla, permitiendo obtener la chapa de la superficie de la troza.</p> <p>2.1.9 <i>Laminado.</i> Proceso en el cual la madera, al pasar por la cuchilla cortadora sigue un plano vertical, horizontal o inclinado.</p> <p>2.1.10 <i>Cinta engomada.</i> Papel engomado o material similar usado durante la fabricación del tablero contrachapado para mantener unidos los lados libres de una punta o abertura de la chapa.</p> <p>2.1.11 <i>Hilos adhesivos.</i> Material utilizado en el proceso de juntado en la fabricación del tablero contrachapado.</p> <p>2.1.12 <i>Línea de pegamento o cola.</i> Capa de adhesivo que se coloca entre dos chapas adyacentes.</p> <p>2.1.13 <i>Abertura interna.</i> Hendidura, orificio o rajadura producida en el alma del tablero contrachapado por deslizamiento u otras causas.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Madera, tableros de madera contrachapada, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno Es-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

**2.1.14** *Abertura externa o grieta.* Defecto natural o de otra índole que causa hendidura o agujero en la cara o contracara del tablero contrachapado. Ej. La producida por la separación del grano de la chapa en el sentido longitudinal.

**2.1.15** *Despegado.* Defecto por separación de las chapas que forman el tablero contrachapado.

**2.1.16** *Manchas.* Defecto de coloración de la madera, producido generalmente por hongos o por reacciones químicas de las sustancias de la misma o de la madera con los adhesivos.

**2.1.17** *Sobrepuesto o montura.* Defecto debido a sobre posición de una junta lateral, que altera la uniformidad en el espesor del tablero contrachapado, dando lugar a un aumento localizado.

**2.1.18** *Veta.* Figura que presenta las superficies de las chapas debida al corte de sus elementos constitutivos de distinta coloración al grano o por acción de ambos.

### 3. CLASIFICACIÓN

**3.1** Los tableros contrachapados se clasifica en los siguientes tipos y grados:

**3.1.1** *Tipo I.* Exterior a prueba de agua y para usos marinos, comprende cuatro grados: A, B, C e Industrial de acuerdo con los requisitos establecidos en el capítulo 4 y referido a la cara y contracara.

**3.1.2** *Tipo II.* Para uso en interiores comprende cuatro grados: A, B, C e Industrial de acuerdo con los requisitos establecidos en el capítulo 4 y referido a la cara y contracara.

### 4. DISPOSICIONES GENERALES

**4.1** Las cintas adhesivas, cuando se emplean para juntas laterales o separación en las caras, deben quitarse al término del proceso y cuando se usen internamente estas pueden ser perforadas.

**4.2** Los hilos adhesivos descritos en el numeral 2.1.11 deben cumplir con los requisitos descritos en el numeral 5.3.

**4.3** La cara y contracara debe ser totalmente lijada y las cuatro esquinas deben estar cortadas en ángulo recto.

### 5. REQUISITOS ESPECÍFICOS

**5.1** Los tableros deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

#### 5.2 Grados

**5.2.1** *Grado A.* Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para la chapa grado A descrito en la NTE INEN 2 342.

**5.2.2** *Grado B.* Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para la chapa grado B, descrito en la NTE INEN 2 342 y tabla 1.

**5.2.3** *Grado C.* Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para el grado C, descrito en la NTE INEN 2 342 y tabla 1.

(Continúa)

TABLA 1

Defecto	Grado		
	B	C	INDUSTRIAL
<b>Natural</b>			
<b>Nudos:</b>			
Firmes	Se aceptan	Se acepta	Se aceptan
Sueftos	Se aceptan no agrupados, hasta de 20 mm de diámetro	Se aceptan	Se aceptan
Rajaduras	Se aceptan 4 rajaduras masilladas de 1 mm a 3 mm por 250 mm, en los extremos del tablero.	Se aceptan 4 rajaduras masilladas, de 25 mm x 250 mm, en el extremo del tablero.	Se aceptan
<b>Daños por insectos:</b>			
Pasador-polilla	Se aceptan máximo 5 masillados de 5 mm de diámetro	Se aceptan máximo 32 masillados de 5 mm de diámetro o hueco lineal de 20 mm.	Se aceptan
<b>Manchas:</b>			
Azules o grises	Se aceptan de 250 mm en los extremos del tablero.	Se aceptan	Se aceptan
<b>Otras manchas:</b>			
Por luz y procesamiento	Se aceptan	Se aceptan	Se aceptan
<b>Grano:</b>			
Afechado	Se aceptan hasta un 5 % del área del tablero.	Se aceptan	Se aceptan
Rayas	Se aceptan hasta dos por tablero.	Se aceptan	Se aceptan
<b>Por proceso:</b>			
astillado	Se aceptan máximo hasta de 5 mm en cada extremo.	Se aceptan	Se aceptan
caballo	1 en cada filo de 150 mm de longitud	3 de hasta 200 mm de longitud	Se aceptan
quemado	No se aceptan	Se acepta hasta 100 mm en los extremos del tablero	Se aceptan
Falta de cara	1 de 5 mm por 50 mm	10 mm en todo el contorno	Se aceptan
<b>Túnel (falta de alma)</b>	No se acepta	Hasta 10 mm por 200 mm	Se aceptan
pandeado	Se acepta hasta 5 mm	Se acepta hasta 20 mm	Se aceptan

**5.2.4 Grado Industrial.** Cara del tablero compuesto por una o más chapas, con ensamble perfecto y uniforme que cumpla con los requisitos para el grado industrial, descrito en la NTE INEN 2 342 y tabla 1.

**5.3 Alma.** Podrá estar constituida por chapas de cualquier grado de calidad NTE INEN 2 342 siempre que no alteren la superficie plana, ni la resistencia de la lámina.

**5.4 Adhesivos.** Los adhesivos usados, ya sean de resinas sintéticas u otro tipo, resistirán las pruebas descritas en la NTE INEN de métodos de ensayo.

**5.5 Humedad del tablero terminado.** El tablero terminado contendrá un porcentaje de humedad en base seca, no menor de 6% ni mayor de 15 %, en el momento de salir de la fábrica, cuando se ensayen de acuerdo con la NTE INEN de métodos de ensayo.

(Continúa)

### 5.6 Resistencia al esfuerzo de cizallamiento.

**5.6.1 Para el tipo I.** Después de ser sometido al ensayo cumplirá con los requisitos de resistencia mínima al cizallamiento, siguiendo el procedimiento descrito en la NTE INEN de métodos de ensayo.

**5.6.2 Para el tipo II.** Las piezas ensayadas según el procedimiento descrito en la NTE INEN de métodos de ensayo, no mostrarán una deslaminación mayor de 6 mm de profundidad en una longitud de 51 mm.

### 5.7 Dimensiones de los tableros

**5.7.1 Espesor.** Para los tableros lijados por una de las caras, o por ambas, será el nominal, con una tolerancia de  $\pm 0,2$  mm hasta espesores de 7 mm y de  $-0,5$  mm,  $+0,2$  mm para tableros con espesores mayores a 7 mm.

La medida del espesor debe efectuarse aproximadamente en el punto medio de uno de los extremos del tablero. Si esta medida está por fuera de las tolerancias, se debe tomar tres medidas adicionales, así: Una en el punto medio del extremo opuesto y otra en los puntos medios de cada lado. El promedio de las cuatro medidas, se toma como el espesor del tablero.

**5.7.2 Largo y ancho.** Serán los nominales dentro de una tolerancia de  $\pm 2,0$  mm.

**5.8** Los niveles de emisión de formaldehídos de la madera contrachapada deben ser de máximo 10 mg/100 g, de madera contrachapada seca por el método del perforador o 0,3 mg/kg máximo, por el método de la cámara grande.

## 6. INSPECCIÓN

**6.1** Para efectos de certificación del producto bajo esta norma se aplicará el siguiente muestreo.

**6.1.1 Muestreo.** Para determinar si un lote cumple con los requisitos exigidos en la presente norma, debe aplicarse el procedimiento que se indica a continuación :

**6.1.1.1** Tomar al azar, de un lote, una muestra constituida por el número de tableros indicados en la tabla 2 y someterlas a inspección y ensayos.

TABLA 2

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	Ac	Re
Menor o igual a 1000	2	0	1
Más de 1000	5	1	2

**6.1.2** Sin embargo el plan de muestreo que consiste en el tamaño de la muestra y los criterios de aceptación y rechazo podrá ser en función del nivel de inspección previamente acordado entre el comprador y proveedor.

### 6.2 Aceptación y rechazo

**6.2.1 Conformidad con norma.** Se considera que el lote cumple con los requisitos descritos en los numerales 4 y 5 de esta norma, si después de la inspección y los ensayos no se encuentran unidades defectuosas en un número mayor del indicado en la tabla 2.

(Continúa)

## 7. ROTULADO

**7.1** En las contracaras deberán hacerse las siguientes indicaciones como mínimo:

- Nombre o marca comercial del fabricante
- Clase de madera empleada (sí es decorativa)
- Tipo de tablero y su grado. Ejemplo: Tipo I, Grado A
- Largo, ancho, y espesor del tablero, expresado en S I (Sistema Internacional)

**7.2** Cuando se entregue el producto en paquetes, en la planilla deberá aparecer:

- Número de tableros
- Espesor nominal, largo y ancho de los tableros, expresados en SI (Sistema Internacional)
- Tipo de tablero y su grado. Ej. Tipo I, grado A
- Clase de madera empleada (sí es decorativa)

*(Continúa)*

<p>Norma Ecuatoriana</p>	<p><b>TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA DETERMINACION DE LA HINCHAZON Y DE LA ABSORCION DE AGUA POR SUMERSION TOTAL</b></p>	<p><b>INEN 899</b> 1982-10</p>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma especifica un método para determinar la hinchazón y la absorción de agua por sumersión total de los tableros de madera aglomerada.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. EQUIPO</b></p> <p>2.1 Para la realización de este ensayo, se necesitarán los aparatos indicados en la Norma INEN 895.</p> <p>2.2 Un recipiente con agua, provisto de un dispositivo de calefacción con un termostato que permita mantener una temperatura de <math>20 \pm 1</math> °C.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. PROBETAS</b></p> <p>3.1 Las probetas de ensayo serán de forma cuadrada de 100 mm de lado. Con los lados lisos, sin protección y las esquinas cortadas a escuadra.</p> <p>3.2 Las probetas deberán ser acondicionadas como se indica en la Norma INEN 895.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. PROCEDIMIENTO</b></p> <p>4.1 Obtenida la probeta, pesar con aproximación de 0.1 g. Se mide el espesor en cuatro puntos diferentes, según se indica en la figura 1. La media aritmética de las cuatro medidas se considerará el espesor real. La longitud y el ancho se miden entre los puntos de cada lado con una precisión de 0.1 mm. La media aritmética de cada dos medidas paralelas se considerará como la longitud y el ancho de la probeta.</p> <p>4.2 A continuación, se sumergen las probetas verticales en el recipiente que contenga agua limpia y su temperatura sea de <math>20 \pm 1</math>°C; las probetas deben estar separadas unas de las otras y no deben tocar las paredes ni el fondo; los bordes superiores de las probetas deben estar totalmente por debajo de la superficie del agua. Se mantendrán sumergidas las probetas durante dos horas, haciéndolas girar verticalmente al rededor de su eje horizontal al cabo de la primera hora. Al principio de cada ensayo se comprobará que el PH del agua sea de <math>6 \pm 1</math>, corrigiéndose en caso contrario.</p> <p>4.3 Por último, se vuelve a pesar y se miden su espesor, su longitud y su ancho, del mismo modo que antes de la sumersión.</p> <p style="text-align: center;"><b>5. CALCULOS</b></p> <p>5.1 <b>Hinchazón.</b> La hinchazón se calculará por diferencia de volumen con la fórmula siguiente:</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

$$H = \frac{V_1 - V_0}{V_0} \times 100$$

Donde:

H = hinchazón en porcentaje

V<sub>1</sub> = volumen después de la sumersión, en cm<sup>3</sup>

V<sub>0</sub> = volumen antes de la sumersión, en cm<sup>3</sup>

La hinchazón en el espesor se expresará con una aproximación de 0.5%. La hinchazón de un tablero, será la media aritmética de la hinchazón de las probetas obtenidas a partir del mismo.

**5.2 Absorción de agua.** La absorción de agua se calculará con la fórmula siguiente:

$$Aa = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times 100$$

Donde:

Aa = absorción de agua en porcentaje.

P<sub>1</sub> = peso de la probeta después de la sumersión, en gramos

P<sub>0</sub> = peso de la probeta antes de la sumersión, en gramos.

El resultado se expresará con una aproximación del 1%. La absorción del agua por un tablero será la media aritmética de la absorción de agua de las probetas obtenidas a partir del mismo.

(Continúa)

## Anexo 3

### 4.- REQUISITOS BÁSICOS EN LAS MEDICIONES

En este punto se describen aquellos requisitos básicos que se establecen en las Normas UNE para la medida del aislamiento acústico, particularmente de aquellas mediciones que se realizan in situ:

#### 4.1 UNE EN ISO 140-4

##### 4.1 1 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Los equipos de medida de nivel sonoro serán de clase 0 o 1 de acuerdo con las Normas CEI 60651 y CEI 60804.

El equipo se calibrará antes de cada medición con un calibrador clase 1 según de la Norma CEI 80942.

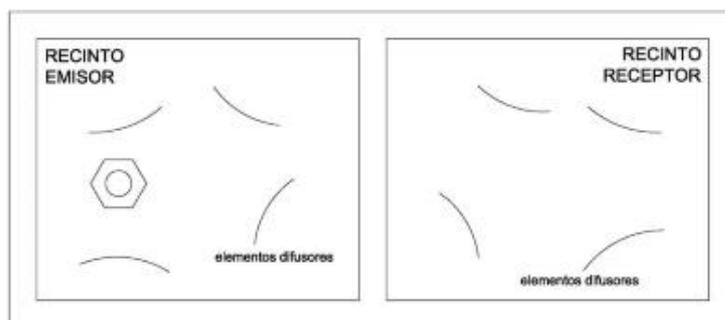
Los filtros deberán cumplir con los requisitos de la Norma CEI 61260.

El equipo de medida de tiempo de reverberación deberá cumplir los requisitos de la Norma UNE EN ISO 20354.

La fuente sonora debe crear en el recinto emisor un campo sonoro uniforme, estable y uniforme.

##### 4.1 2 DISPOSICION DEL ENSAYO

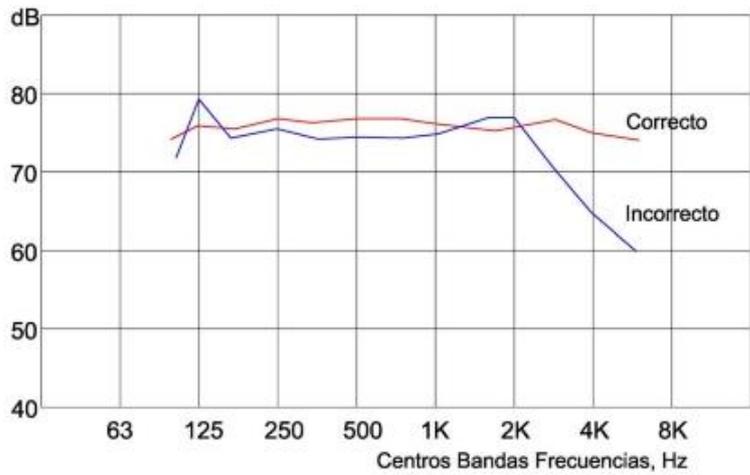
Mediciones en recintos vacíos de idénticos tamaños y de las mismas dimensiones deberán efectuarse predominantemente con difusores en ambos recintos (mobiliario, tableros de al menos  $1\text{m}^2$  (3 o 4 unidades en ambos recintos).



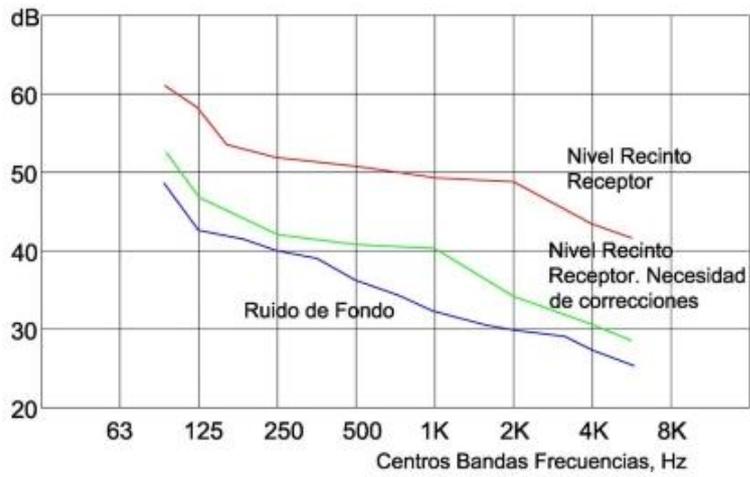
##### 4.1 3 PROCESO Y EVOLUCION DEL ENSAYO

Las mediciones deben realizarse en bandas de frecuencias de 1/3 de octava salvo que se convenga la realización en bandas de 1/1 de octava.

El espectro emisor no debe presentar variaciones de nivel mayores a 6dB entre bandas de frecuencia de 1/3 octava adyacentes.



La potencia sonora de la fuente sonora debe ser alta de forma que el nivel en el recinto receptor se sitúe 10 dB por encima del nivel de ruido de fondo en cualquier banda de frecuencia.

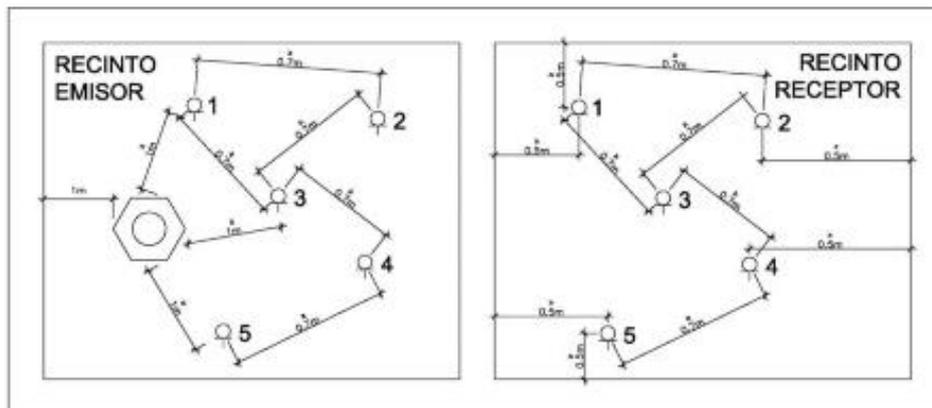


La fuente sonora debe situarse de forma que genere un campo sonoro difuso y a una distancia del elemento constructivo separador y lateral de forma que no influya en la transmisión sonora, ni que exista radiación directa de alguno de ellos.

Se pueden utilizar fuentes sonoras omnidireccionales y direccionales (siempre cumpla una serie de requisitos), así como una o varias posiciones de fuente sonora.

Las medidas de nivel de presión sonora deben seguir las siguientes consideraciones:

- Los niveles de presión sonora en las diferentes posiciones de medida deben promediarse de forma energética para todas las posiciones de medida.
- Las posiciones de los micrófonos: 0.7 m entre posiciones de micrófono, 0.5m entre cualquier posición de micrófono y los bordes de los recintos o difusores. 1m entre posición de micrófono y fuente sonora. Si es posible se recomienda superar estas distancias.
- Posiciones fijas de micrófonos: un mínimo de 5 distribuidas de forma uniforme.



- Posiciones de micrófono móvil: el radio de barrido debe ser de al menos 0.7m. El plano de la trayectoria debe ser inclinado y no formar ángulos inferiores a  $10^\circ$  con las superficies del recinto. La duración de un periodo no debe ser inferior a 15 seg.

- El número mínimo de medidas utilizando una única fuente sonora es 10 y para un micrófono móvil es de 2. Utilizando una fuente sonora múltiple de forma simultánea y micrófonos fijos son de 5 y con micrófono móvil de una.
- Para cada posición de medida y hasta la banda de frecuencia de 400 Hz el tiempo mínimo de promediado debe ser de 6 seg. Para bandas de frecuencias superiores el tiempo mínimo es de 4 seg.
- Utilizando micrófono móvil el tiempo de promediado debe cubrir un número entero de vueltas y no debe ser inferior a 30 seg.
- El rango de frecuencias de medida va desde 100 Hz hasta 3150 Hz. Siendo posible ampliar a las altas y bajas frecuencias siguiendo una serie de recomendaciones.
- La medida del tiempo de reverberación seguirá las recomendaciones de la Norma UNE EN 20354 y permitirá el cálculo del área de absorción acústica equivalente. Se deberán realizar un mínimo de tres posiciones para una posición de altavoz.
- Se medirá el nivel de ruido de fondo ya que son posibles correcciones por su presencia.

Una vez procesados los datos se pasará al cálculo de los mismos utilizando las expresiones convenientes, así como seguir las recomendaciones para la presentación de los mismos.

#### Anexo 4

No. Prueba	Grosor cm	Recinto emisor dBA	Recinto receptor dBA	Aislamiento sonoro dBA
1	6.6cm	100.7	89.9	10.8
2	6.6cm	100.4	84.7	15.7
3	6.6 cm	101.3	82.9	<b>18.4</b>
4	6.6 cm	101.5	84.5	17
5	6.6 cm	101.1	85.5	<b>15.6</b>
6	6.6 cm	99.5	86.3	13.2
7	6.4 cm	100.5	91.9	8.6
8	6.4 cm	98.6	85.8	<b>12.8</b>
9	6.4 cm	98.3	87.1	11.2
10	6.4 cm	95.4	88.6	6.8
11	6.4 cm	95.9	87.9	8
12	6.4 cm	97.7	84.5	<b>13.2</b>
13	7.0 cm	100.7	89.3	11.4
14	7.0 cm	100.5	83	<b>17.5</b>
15	7.0 cm	100.9	86.9	14
16	7.0 cm	99.7	85.6	14.1
17	7.0 cm	99.8	84.6	15.2
18	7.0 cm	100.6	83.7	<b>16.3</b>
19	6.0 cm	100.9	91.7	9.2

20	6.0 cm	99.7	89.3	10.4
21	6.0 cm	99.0	88.6	<b>10.4</b>
22	6.0 cm	99.4	90.3	9.1
23	6.0 cm	100.6	89.5	11.1
24	6.0 cm	100.0	87.5	<b>12.5</b>
25	5.8 cm	100.4	90.1	10.3
26	5.8 cm	98.9	85.1	13.8
27	5.8 cm	100.3	84.5	<b>15.8</b>
28	5.8 cm	100.5	88.2	12.3
249	5.8 cm	100.2	86.5	13.7
30	5.8 cm	100.7	83.3	<b>17.4</b>

## Anexo 5

No. Prueba	Grosor cm	Recinto emisor dBA	Recinto receptor dBA	Aislamiento sonoro dBA
31	7.6 cm	97.9	83.5	<b>14.4</b>
32	7.6 cm	98.5	85.1	13.4
33	7.6 cm	98.7	81.5	<b>17.2</b>
34	7.6 cm	99.5	82.8	16.7
35	7.4 cm	97.3	81.2	16.1
36	7.4 cm	96.8	80.5	<b>16.3</b>

37	7.4 cm	97.1	82.7	14.4
38	7.4 cm	95.5	80.5	<b>15.0</b>
39	8 cm	99.6	80.4	19.2
40	8 cm	100.1	79.5	<b>20.6</b>
41	8 cm	100.3	84.6	15.7
42	8 cm	100.9	81.7	<b>19.2</b>
43	7 cm	97.4	80.0	<b>17.4</b>
44	7 cm	98.3	81.1	17.2
45	7 cm	98.5	79.9	<b>18.6</b>
46	7 cm	97.8	81.3	16.5
47	6.8 cm	99.5	81.1	18.4
48	6.8 cm	100.5	80.7	<b>19.8</b>
49	6.8 cm	100.3	81.4	<b>18.9</b>
50	6.8 cm	100.6	82.1	18.5

## Anexo 6

	<b>DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LABORATORIOS UTPL</b>
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE</b>	
<b>PROYECTO :</b> <b>TESIS:</b> <b>REALIZADO</b> <b>SOLICITADO :</b> <b>FECHA :</b>	Tableros para aislamiento acústico en paredes internas a base de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato PET y aserrín Ensayo a compresión simple Egda. Paola Fernanda Hidalgo Tapia Arquitecto Diciembre de 2016
<b>NORMA:</b> AASHTO T-208 <b>MUESTRA:</b> 2 <b>PROFUN.:</b>	

<b>DATOS DE LA MUESTRA.</b>	
LADO : 10 ÁREA : 100,00 cm <sup>2</sup> . ALTURA : 15,00 cm. VOLUMEN : 808,00 cm <sup>3</sup> . PESO : 874,00 gr. DENSIDAD: 1,08 gr/cm <sup>3</sup>	<b>CONSTANTE DEL ANILLO</b>  K : 4,94 kg/cm <sup>2</sup> .

<b>DATOS DE LA PRUEBA</b>					
Dial de Deform. 0.001"	Dial Carga 0.001"	Deform. Unit. ( % )	Carga (Kg.)	Área Correg. (cm <sup>2</sup> .)	Tensión Desviante (Kg/cm <sup>2</sup> .)
900	18,9	15,24	94,21	100,00	0,94
<b>RESULTADOS COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm<sup>2</sup>.)=</b>					<b>0,95</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> Las probetas fueron realizadas por la Egda. Paola Hidalgo y llevadas al laboratorio UTPL.					
Ing. Ángel Tapia Ch. DOCENTE			Egda. Paola Hidalgo T. TESISTA		



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTP

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

PROYECTO : Tableros para aislamiento acústico en paredes internas a base de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato PET y aserrín  
 TESIS: Ensayo a compresión simple  
 REALIZADO : Egda. Paola Fernanda Hidalgo Tapia  
 SOLICITADO : Arquitecto  
 FECHA : Diciembre de 2016

NORMA: AASHTO T-208  
 MUESTRA: 2  
 PROFUN: :

DATOS DE LA MUESTRA.

LADO : 10  
 ÁREA : 100,00 cm<sup>2</sup>.  
 ALTURA : 15,00 cm.  
 VOLUMEN : 808,00 cm<sup>3</sup>.  
 PESO : 874,00 gr.  
 DENSIDAD: 1,08 gr/cm<sup>3</sup>

CONSTANTE DEL ANILLO

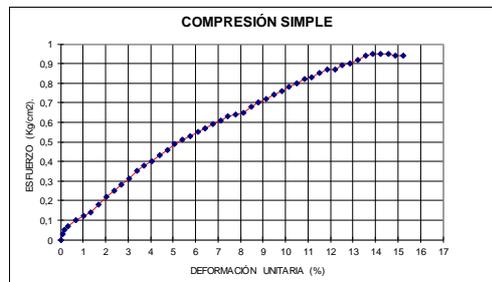
K : 4,94 kg/cm<sup>2</sup>.

DATOS DE LA PRUEBA

Dial de Deform. .001"	Dial Carga .001"	Deform. Unit. (%)	Carga (Kg.)	Área Correg. (cm <sup>2</sup> )	Tensión Desviante (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0,00	0,00	100,00	0,00
5	0,5	0,08	3,31	100,00	0,03
10	0,9	0,17	5,29	100,00	0,05
20	1,2	0,34	6,77	100,00	0,07
40	1,8	0,68	9,73	100,00	0,10
60	2,2	1,02	11,71	100,00	0,12
80	2,7	1,35	14,18	100,00	0,14
100	3,5	1,69	18,13	100,00	0,18
120	4,2	2,03	21,59	100,00	0,22
140	4,8	2,37	24,55	100,00	0,25
160	5,5	2,71	28,01	100,00	0,28
180	6,2	3,05	31,47	100,00	0,31
200	6,9	3,39	34,93	100,00	0,35
220	7,6	3,73	38,38	100,00	0,38
240	8,0	4,06	40,36	100,00	0,40
260	8,6	4,40	43,32	100,00	0,43
280	9,2	4,74	46,29	100,00	0,46
300	9,7	5,08	48,76	100,00	0,49
320	10,2	5,42	51,23	100,00	0,51
340	10,6	5,76	53,20	100,00	0,53
360	10,9	6,10	54,69	100,00	0,55
380	11,4	6,43	57,16	100,00	0,57
400	11,8	6,77	59,13	100,00	0,59
420	12,1	7,11	60,61	100,00	0,61
440	12,5	7,45	62,59	100,00	0,63
460	12,7	7,79	63,58	100,00	0,64
480	13,0	8,13	65,06	100,00	0,65
500	13,5	8,47	67,53	100,00	0,68
520	14,0	8,81	70,00	100,00	0,70
540	14,4	9,14	71,98	100,00	0,72
560	14,8	9,48	73,95	100,00	0,74
580	15,3	9,82	76,42	100,00	0,76
600	15,7	10,16	78,40	100,00	0,78
620	16,1	10,50	80,37	100,00	0,80
640	16,5	10,84	82,35	100,00	0,82
660	16,6	11,18	82,84	100,00	0,83
680	17,0	11,51	84,82	100,00	0,85
700	17,4	11,85	86,80	100,00	0,87
720	17,5	12,19	87,29	100,00	0,87
740	17,9	12,53	89,27	100,00	0,89
760	18,1	12,87	90,25	100,00	0,90
780	18,4	13,21	91,74	100,00	0,92
800	18,8	13,55	93,71	100,00	0,94
820	19,0	13,89	94,70	100,00	0,95
840	19,0	14,22	94,70	100,00	0,95
860	19,0	14,56	94,70	100,00	0,95
880	18,9	14,90	94,21	100,00	0,94
900	18,9	15,24	94,21	100,00	0,94

RESULTADOS COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm2)=

0,95



OBSERVACIONES: Las probetas fueron realizadas por la Egda. Paola Hidalgo y llevadas al laboratorio UTP.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DOCENTE

Egda. Paola Hidalgo T.  
TESISTA

## Anexo 7

	<b>DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LABORATORIOS UTPL</b>					
<b>ENSAYO A FLEXIÓN</b>						
<p> <b>PROYECTO :</b> Tableros para aislamiento acústico en paredes internas a base de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato PET y aserrín  <b>TESIS:</b> Ensayo a flexión <span style="float: right;"><b>NORMA:</b> AASHTO T-208</span>  <b>REALIZADO :</b> Egda. Paola Fernanda Hidalgo Tapia <span style="float: right;"><b>MUESTRA:</b> 1</span>  <b>SOLICITADO :</b> Arquitecto <span style="float: right;"><b>PROFUN.:</b></span>  <b>FECHA :</b> Diciembre de 2016         </p>						
<b>DATOS DE LA MUESTRA.</b>  <b>ANCHO (b) :</b> 10 <b>LONGITUD (L) :</b> 15,00 cm. <b>ESPESOR (d) :</b> 1,00 cm. <b>VOLUMEN :</b> 150,00 cm <sup>3</sup> . <b>PESO :</b> 187,00 gr. <b>DENSIDAD:</b> 1,25 gr/cm <sup>3</sup>						
<b>CONSTANTE DEL ANILLO</b>  <b>K :</b> 0,144 kg/cm <sup>2</sup>						
<b>DATOS DE LA PRUEBA</b>						
Dial de Deform.	Dial Carga	Deform. Unit.	Carga (P)	Dimensiones probeta <b>2bd<sup>2</sup></b>	Modulo de rotura (3*P*L)/(2bd <sup>2</sup> )	Mpa
.001"	.001"	( % ).	(Kg.)	(cm <sup>2</sup> .)	(Kg/cm <sup>2</sup> .)	
800	9,9	20,32	1,43	20,00	3,21	0,314
<b>RESULTADOS FLEXION (kg/cm2.)=</b>					3,21	
<b>OBSERVACIONES:</b> Las probetas fueron realizadas por la Egda. Paola Hidalgo y llevadas al laboratorio UTPL.						
Ing. Ángel Tapia Ch. DOCENTE			Egda. Paola Hidalgo TESISISTA			



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO A FLEXIÓN

PROYECTO : Tableros para aislamiento acústico en paredes internas a base de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato PET y aserrín  
 TESIS: Ensayo a flexión NORMA: AASHTO T-208  
 REALIZADO Egda. Paola Fernanda Hidalgo Tapia MUESTRA: 1  
 SOLICITADO : Arquitecto : PROFUN.:  
 FECHA : Diciembre de 2016

DATOS DE LA MUESTRA.

ANCHO (b) : 10  
 LONGITUD (L) : 15,00 cm.  
 ESPESOR (d) : 1,00 cm.  
 VOLUMEN : 150,00 cm<sup>3</sup>.  
 PESO : 187,00 gr.  
 DENSIDAD: 1,25 gr/cm<sup>3</sup>

CONSTANTE DEL ANILLO

K : 0,144 kg/cm<sup>2</sup>

DATOS DE LA PRUEBA

Dial de Deform.	Dial Carga	Deform. Unit.	Carga (P)	Dimensiones probeta 2bd <sup>2</sup>	Modulo de rotura (3 <sup>3</sup> P <sup>2</sup> L)/(2bd <sup>3</sup> )	Mpa
.001*	.001*	(% )	(Kg.)	(cm <sup>2</sup> .)	(Kg/cm <sup>2</sup> .)	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
5	0,5	0,13	0,07	20,00	0,16	0,016
10	0,9	0,25	0,13	20,00	0,29	0,029
20	1,0	0,51	0,14	20,00	0,32	0,032
40	1,3	1,02	0,19	20,00	0,42	0,041
60	1,6	1,52	0,23	20,00	0,52	0,051
80	2,1	2,03	0,30	20,00	0,68	0,067
100	2,5	2,54	0,36	20,00	0,81	0,079
120	2,7	3,05	0,39	20,00	0,87	0,086
140	3,1	3,56	0,45	20,00	1,00	0,098
160	3,4	4,06	0,49	20,00	1,10	0,108
180	3,6	4,57	0,52	20,00	1,17	0,114
200	4,0	5,08	0,58	20,00	1,30	0,127
220	4,5	5,59	0,65	20,00	1,46	0,143
240	4,7	6,10	0,68	20,00	1,52	0,149
260	4,9	6,60	0,71	20,00	1,59	0,156
280	5,2	7,11	0,75	20,00	1,68	0,165
300	5,5	7,62	0,79	20,00	1,78	0,175
320	5,8	8,13	0,84	20,00	1,88	0,184
340	6,1	8,64	0,88	20,00	1,98	0,194
360	6,3	9,14	0,91	20,00	2,04	0,200
380	6,5	9,65	0,94	20,00	2,11	0,206
400	6,8	10,16	0,98	20,00	2,20	0,216
420	7,0	10,67	1,01	20,00	2,27	0,222
440	7,4	11,18	1,07	20,00	2,40	0,235
460	7,6	11,68	1,09	20,00	2,46	0,241
480	7,8	12,19	1,12	20,00	2,53	0,248
500	8,0	12,70	1,15	20,00	2,59	0,254
520	8,3	13,21	1,20	20,00	2,69	0,264
540	8,5	13,72	1,22	20,00	2,75	0,270
560	8,6	14,22	1,24	20,00	2,79	0,273
580	8,7	14,73	1,25	20,00	2,82	0,276
600	8,8	15,24	1,27	20,00	2,85	0,279
620	8,9	15,75	1,28	20,00	2,88	0,283
640	9,0	16,26	1,30	20,00	2,92	0,286
660	9,2	16,76	1,32	20,00	2,98	0,292
680	9,4	17,27	1,35	20,00	3,05	0,298
700	9,6	17,78	1,38	20,00	3,11	0,305
720	9,8	18,29	1,41	20,00	3,18	0,311
740	9,9	18,80	1,43	20,00	3,21	0,314
760	9,9	19,30	1,43	20,00	3,21	0,314
780	9,9	19,81	1,43	20,00	3,21	0,314
800	9,9	20,32	1,43	20,00	3,21	0,314

RESULTADOS FLEXION (kg/cm2)=

3,21



OBSERVACIONES: Las probetas fueron realizadas por la Egda. Paola Hidalgo y llevadas al laboratorio UTPL.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DOCENTE

Egda. Paola Hidalgo  
TESISTA

## Anexo 8

	<b>DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LABORATORIOS UTPL</b>
<b>ENSAYO A FLEXIÓN</b>	
<b>PROYECTO :</b> <b>TESIS:</b> <b>REALIZADO</b> <b>SOLICITADO :</b> <b>FECHA :</b>	Tableros para aislamiento acústico en paredes internas a base de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato PET y aserrín Ensayo a flexión Egda. Paola Fernanda Hidalgo Tapia Arquitecto Diciembre de 2016
<b>NORMA:</b> AASHTO T-208 <b>MUESTRA:</b> 2 <b>PROFUN:</b>	

<b>DATOS DE LA MUESTRA.</b>						
<b>ANCHO (b) :</b> <b>LONGITUD (L) :</b> <b>ESPEJOR (d) :</b> <b>VOLUMEN :</b> <b>PESO :</b> <b>DENSIDAD:</b>	10 15,00 cm <sup>2</sup> . 1,00 cm. 150,00 cm <sup>3</sup> . 175,00 gr. 1,17 gr/cm <sup>3</sup>					
<b>CONSTANTE DEL ANILLO</b>						
K : 0,144 kg/cm <sup>2</sup>						
<b>DATOS DE LA PRUEBA</b>						
Dial de Deform. .001" 880	Dial Carga .001" 10,0	Deform. Unit. (%). 22,35	Carga (P) (Kg.) 1,44	Dimensiones probeta <b>2bd<sup>2</sup></b> (cm <sup>2</sup> .) 20,00	Modulo de rotura (3*P*L)/(2bd <sup>2</sup> ) (Kg/cm <sup>2</sup> .) 3,24	Mpa 0,32
<b>RESULTADOS FLEXION (kg/cm2.)=</b>					3,24	
<b>OBSERVACIONES:</b> Las probetas fueron realizadas por la Egda. Paola Hidalgo y llevadas al laboratorio UTPL.						
Ing. Ángel Tapia Ch. DOCENTE			Egda. Paola Hidalgo T. TESISTA			



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIOS UTPL

ENSAYO A FLEXIÓN

PROYECTO : Tableros para aislamiento acústico en paredes internas a base de resina de vinil acrílica multiuso, con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato PET y aserrín  
 TESIS: Ensayo a flexión  
 REALIZADO Egda. Paola Fernanda Hidalgo Tapia  
 SOLICITADO: Arquitecto  
 FECHA : Diciembre de 2016  
 NORMA: AASHTO T-208  
 MUESTRA: 2  
 PROFUN: :

DATOS DE LA MUESTRA.

ANCHO (b) : 10  
 LONGITUD (L) : 15,00 cm<sup>2</sup>  
 ESPESOR (d) : 1,00 cm.  
 VOLUMEN : 150,00 cm<sup>3</sup>.  
 PESO : 175,00 gr.  
 DENSIDAD: 1,17 gr/cm<sup>3</sup>

CONSTANTE DEL ANILLO

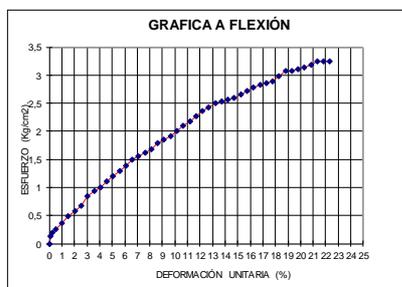
K : 0,144 kg/cm<sup>2</sup>

DATOS DE LA PRUEBA

Dial de Deform.	Dial Carga	Deform. Unit.	Carga (P) (Kg.)	Dimensiones probeta 2bd <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> .)	Modulo de rotura (3 <sup>3</sup> P <sup>3</sup> L)/(2bd <sup>3</sup> ) (Kg/cm <sup>2</sup> .)	Mpa
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,4	0,13	0,06	20,00	0,13	0,01
10	0,6	0,25	0,09	20,00	0,19	0,02
20	0,8	0,51	0,12	20,00	0,26	0,03
40	1,1	1,02	0,16	20,00	0,36	0,03
60	1,5	1,52	0,22	20,00	0,49	0,05
80	1,8	2,03	0,26	20,00	0,58	0,06
100	2,1	2,54	0,30	20,00	0,68	0,07
120	2,6	3,05	0,37	20,00	0,84	0,08
140	2,9	3,56	0,42	20,00	0,94	0,09
160	3,1	4,06	0,45	20,00	1,00	0,10
180	3,4	4,57	0,49	20,00	1,10	0,11
200	3,7	5,08	0,53	20,00	1,20	0,12
220	4,0	5,59	0,58	20,00	1,30	0,13
240	4,3	6,10	0,62	20,00	1,39	0,14
260	4,6	6,60	0,66	20,00	1,49	0,15
280	4,8	7,11	0,69	20,00	1,56	0,15
300	5,0	7,62	0,72	20,00	1,62	0,16
320	5,2	8,13	0,75	20,00	1,68	0,17
340	5,5	8,64	0,79	20,00	1,78	0,17
360	5,7	9,14	0,82	20,00	1,85	0,18
380	5,9	9,65	0,85	20,00	1,91	0,19
400	6,2	10,16	0,89	20,00	2,01	0,20
420	6,5	10,67	0,94	20,00	2,11	0,21
440	6,7	11,18	0,96	20,00	2,17	0,21
460	7,0	11,68	1,01	20,00	2,27	0,22
480	7,3	12,19	1,05	20,00	2,37	0,23
500	7,5	12,70	1,08	20,00	2,43	0,24
520	7,7	13,21	1,11	20,00	2,49	0,24
540	7,8	13,72	1,12	20,00	2,53	0,25
560	7,9	14,22	1,14	20,00	2,56	0,25
580	8,0	14,73	1,15	20,00	2,59	0,25
600	8,2	15,24	1,18	20,00	2,66	0,26
620	8,4	15,75	1,21	20,00	2,72	0,27
640	8,6	16,26	1,24	20,00	2,79	0,27
660	8,7	16,76	1,25	20,00	2,82	0,28
680	8,8	17,27	1,27	20,00	2,85	0,28
700	8,9	17,78	1,28	20,00	2,88	0,28
720	9,2	18,29	1,32	20,00	2,98	0,29
740	9,5	18,80	1,37	20,00	3,08	0,30
760	9,5	19,30	1,37	20,00	3,08	0,30
780	9,6	19,81	1,38	20,00	3,11	0,30
800	9,7	20,32	1,40	20,00	3,14	0,31
820	9,8	20,83	1,41	20,00	3,18	0,31
840	10,0	21,34	1,44	20,00	3,24	0,32
860	10,0	21,84	1,44	20,00	3,24	0,32
880	10,0	22,35	1,44	20,00	3,24	0,32

RESULTADOS FLEXION (kg/cm<sup>2</sup>)=

3,24



OBSERVACIONES: Las probetas fueron realizadas por la Egda. Paola Hidalgo y llevadas al laboratorio UTPL.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
DOCENTE

Egda. Paola Hidalgo T.  
TESISTA