



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCION**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**ARQUITECTA**

**TEMA**

**“ELABORACION DE UN PANEL MULTIUSO DE  
TETRABRIK Y ASERRIN PARA VIVIENDAS DE INTERES  
SOCIAL, SECTOR BELLAVISTA, CANTON VENTANAS”**

**TUTORA:**

**ARQ. CARMEN ESTELA LYLE LEÓN, MSc.**

**AUTORA**

**LUZ DOMINGA CAICEDO QUINTERO.**

**GUAYAQUIL**

**2018**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TITULO Y SUBTITULO:</b> <p style="text-align: center;"><b>“ELABORACIÓN DE UN PANEL MULTIUSO DE TETRABRIK Y ASERRÍN PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, SECTOR BELLAVISTA, CANTÓN VENTANAS”</b></p>	
<b>AUTOR:</b> Luz Dominga Caicedo Quintero	<b>REVISORES:</b> Arq. Carmen Estela Lyle León, MSc.
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Roca fuerte de Guayaquil	<b>FACULTAD:</b> Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción
<b>CARRERA:</b> Arquitectura	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2018	<b>N. DE PAGS:</b> 187
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Formaldehido-aglomerado-tablero-autoadhesión-tetrabrik	
<b>RESUMEN:</b> <p>El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo diseñar un panel multiuso para viviendas de interés social en el sector Bellavista, cantón Ventanas, tomando como base al tetrabrik y aserrín usando adhesivos sintéticos formaldehídos, de este modo se consiguió la autoadhesión de fibras activadas con los elementos que componen el tetrabrik y el aserrín. Se partió de estos elementos como como fuente principal para la elaboración de un tablero con la finalidad de ser empleado en viviendas de interés social y así dar un respiro a la contaminación en los afluentes que sufren algunos recintos del cantón. Mediante la utilización de distintas proporciones de tetrabrik y aserrín se procedió a elaborar los tres prototipos hasta obtener el prototipo indicado, este posteriormente fue sometido a pruebas mecánicas de resistencia a la flexión (N/mm<sup>2</sup>), tracción interna (N/mm<sup>2</sup>) y humedad (%) en laboratorio de ensayos de materiales y meteorológico de la ESPOL. A través de estas pruebas se mostraron los resultados</p>	

obtenido del prototipo proyectando como resultado un tablero tipo P3 no idóneo para construcción de viviendas, pero si para uso de mobiliario. El método utilizado fue experimental en donde la unidad experimental comprendió 80% de mezcla (tetrabrik+aserin) mas 20% de formaldehído. Los residuos de aserrín fueron recolectados en un aserrío en la vía panamericana sentido sur-norte, y los tetrabriks en una unidad educativa en del cantón, para el análisis se tomó los parámetros establecidos dentro de las normas INEN, ISO, ASTM, donde se establecen los parámetros tableros aglomerados y contrachapada.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web). <a href="http://www.ulvr.ec">www.ulvr.ec</a></b>		
<b>ADJUNTO URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	SI	NO
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>	<b>Teléfono:</b> 0993079830	<b>E-mail:</b> lucecita_1987@hotmail.com
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Nombre: MSc. Ing. Alex Bolívar Salvatierra.	
	<b>Teléfono:</b> (04) 259 6500 Ext. 241	
	<b>E-mail:</b> asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

**Quito:** Av. Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, teléfonos (593-2) 2505660/ 1; y en la Av. 9 de octubre 624 y Carrión, Edificio Prometeo, teléfonos 2569898/ 9. Fax: (593 2) 2509054.

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** URKUND TETRABRIK.docx (D41421946)  
**Submitted:** 9/13/2018 6:48:00 PM  
**Submitted By:** clylel@ulvr.edu.ec  
**Significance:** 4 %

### Sources included in the report:

Hidalgo Tapia Paola Fernanda TESIS ARQUITECTURA.pdf (D25660108)  
trabajo.docx (D11273005)  
<https://vdocuments.site/tetra-pak-559e04129029e.html>  
<https://www.monografias.com/trabajos96/cultivo-hongos-comestibles-empleo-aserrin-hidrolizado/cultivo-hongos-comestibles-empleo-aserrin-hidrolizado.shtml>  
<https://www.buenastareas.com/ensayos/Jesi/5825199.html>  
<http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/CAHS/SS%20Arq%20Arista/Direcci%C3%B3n%20Individualizada/Licenciatura/ANALISIS%20DE%20CICLO%20DE%20VIDA%20DE%20MATERIALES%20Y%20TECNOLOGIAS%20SUSTENTABLES%20PARA%20LA%20VIVIENDA.%20MRPG.%20AGGJ.%2011.pdf>

### Instances where selected sources appear:

13

DR. CLYDE LYLE  
TUTORA

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

La estudiante egresada LUZ DOMINGA CAICEDO QUINTERO, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación corresponde totalmente a los/as suscritos/as y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar “Elaboración de un panel multiuso de tetrabrik y aserrín para viviendas de interés social, sector bellavista, cantón Ventanas”

Autora

Firma:   
LUZ DOMINGA CAICEDO QUINTERO

C.I.0925754343

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación “ELABORACION DE UN PANEL MULTIUSO DE TETRABRIK Y ASERRIN PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL, SECTOR BELLAVISTA, CANTON VENTANAS”, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “ELABORACION DE UN PANEL MULTIUSO DE TETRABRIK Y ASERRIN PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL, SECTOR BELLAVISTA, CANTON VENTANAS”, presentado por la estudiante **LUZ DOMINGA CAICEDO QUINTERO** como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTA, encontrándose apto para su sustentación

Firma: -----

CARMEN LYLE LEÓN

C.I. 0907777452

## DEDICATORIA

*Éste trabajo está dedicado a mis dos madres, Sra. Julia Quintero Arroyo y la Sra. Marjorie Cepeda que hicieron muchos esfuerzos y sacrificios para que yo pudiera culminar mi carrera profesional, a mis hijos Ellian, Ahylim, Helena y Fernanda, gracias por la comprensión y colaboración hijos míos, mis hermanos Michael, Richard, Aurora, Luis, Sara, y Jonathan, gracias por todo tipo de ayuda, a mi esposo Gary Segura quien me supo acompañar en todo este proceso compartiendo su tiempo, de todo corazón muchas gracias, y ahora que lo he logrado comparto este triunfo con ustedes, pues sin su apoyo yo no hubiera podido llegar hasta aquí.*

*Los amo con todo mi corazón y que Dios siempre les bendiga. A mi tío Clever y a mi suegra Cruz, por sus consejos y ayuda incondicional en todo momento que necesité. Gracias por el apoyo y por los momentos que pasamos juntos y las valiosas lecciones de vida que he recibido de ustedes.*

***Luz Dominga Caicedo Quintero.***

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco:*

*Inmensamente a Dios todo poderoso por el milagro de la vida y permitirme llegar a esta etapa de mi vida con bendición y amor, a mis dos amadas madre quienes han sido la orientación de mi vida en todo momento, a mi esposo por su apoyo incondicional, a mis hijos motores de mi vida, mis hermanos, mis tíos, mi sobrina, a mis compañeros de trabajo por la confianza, mis jefes, mi suegra por la disposición el apoyo incondicional y vital que tuvieron durante el desarrollo de este proyecto de investigación.*

*A mi director de Tesis Arq. Carmen Estela Lyle León, MSc por brindarme su ayuda, paciencia, confianza y destreza en la dirección de mi trabajo, al igual que su tiempo y dedicación que tuvo para la elaboración de este.*

*A todos mis amigos por el apoyo brindado en mis estudios universitarios, haciendo posible la terminación de mi carrera profesional.*

*A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y culminar mis estudios.*

***Luz Dominga Caicedo Quintero.***



## **INDICE GENERAL**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>3</b>
<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. TEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA. ....</b>	<b>7</b>
<b>1.5. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>7</b>
<b>1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>7</b>
<b>1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>1.7. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>8</b>
<b>1.8. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.9. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>9</b>
<b>1.9.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....</b>	<b>9</b>
<b>1.9.2. VARIABLE INDEPENDIENTE. ....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1. ADHESIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.2. ADITIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.3. RECUBRIMIENTOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.4. DIMENSIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.5. DENSIDAD. ....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.6. ESTABILIDAD DIMENSIONAL (HINCHAZÓN).....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.7. CALIDAD DEL ENCOLADO Y RESISTENCIA A LA HUMEDAD. ....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.8. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA. ....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.9. RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.10. CONTENIDO DE FORMALDEHÍDO. ....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.11. REACCIÓN AL FUEGO. ....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.12. DURABILIDAD .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.13. FIJACIONES.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2. TABLEROS AGLOMERADOS DE TETRABRIK. ....</b>	<b>17</b>

<b>2.3.1. RESISTENCIA O MÓDULO DE RUPTURA.</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2. DENSIDAD APARENTE.</b>	<b>21</b>
<b>2.3.3. CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>	<b>21</b>
<b>2.4. TETRABRIK.</b>	<b>21</b>
<b>2.4.1. TENDENCIAS DE CONSUMO.</b>	<b>25</b>
<b>2.4.1. PRODUCCIÓN.</b>	<b>27</b>
<b>2.4.2. IMPACTO AMBIENTAL EN EL ECUADOR.</b>	<b>28</b>
<b>2.5. ASERRÍN.</b>	<b>29</b>
<b>2.5.1. OBTENCIÓN DEL ASERRÍN</b>	<b>31</b>
<b>2.6. DEL CANTÓN VENTANAS.</b>	<b>32</b>
<b>2.6.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.</b>	<b>34</b>
<b>2.6.2. LÍMITES.</b>	<b>35</b>
<b>2.6.3. SUPERFICIE Y DIVISIÓN POLÍTICA.</b>	<b>35</b>
<b>2.6.4. CLIMA Y ZONA DE VIDA.</b>	<b>36</b>
<b>2.6.5. FLORA.</b>	<b>37</b>
<b>2.6.6. VIALIDAD.</b>	<b>37</b>
<b>2.6.7. PARÁMETROS FÍSICOS DEL CANTÓN.</b>	<b>38</b>
<b>2.6.8. FACTOR DE ZONA SÍSMICA Z.</b>	<b>38</b>
<b>2.6.9. ENERGÍA.</b>	<b>39</b>
<b>2.6.10. AGUA POTABLE.</b>	<b>39</b>
<b>2.6.11. DISPONIBILIDAD DE TELÉFONO CON LÍNEA.</b>	<b>40</b>
<b>2.6.12. EDUCACIÓN.</b>	<b>40</b>
<b>2.7. MARCO CONCEPTUAL.</b>	<b>40</b>
<b>2.7.1. TETRABRIK.</b>	<b>40</b>
<b>2.7.2. COMPOSICIÓN.</b>	<b>40</b>
<b>2.7.3. PROCESO DE RECICLADO.</b>	<b>41</b>
<b>2.7.3.1. PRIMERA FORMA.</b>	<b>41</b>
<b>2.7.3.2. SEGUNDA FORMA.</b>	<b>44</b>
<b>2.7.4. ASERRÍN.</b>	<b>44</b>
<b>2.7.4.1. COMPOSICIÓN.</b>	<b>44</b>
<b>2.7.5. PRODUCCIÓN.</b>	<b>45</b>
<b>2.7.6. CORTE DE LA MADERA.</b>	<b>45</b>
<b>2.7.7. USOS DEL ASERRÍN.</b>	<b>45</b>
<b>2.7.8. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL ASERRÍN.</b>	<b>47</b>

2.7.9. RECICLAJE .....	48
2.7.10. PROCESOS DE RECICLAJE DEL ASERRÍN .....	48
2.8. MARCO LEGAL.....	49
2.8.1. CRITERIOS TÉCNICOS NORMADOS PARA LOS TABLEROS DE AGLOMERADO EN ECUADOR. ....	49
2.8.2. NORMAS AMBIENTALES.....	50
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>53</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>53</b>
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN. ....	53
3.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTOS. ....	55
3.4. METODOLOGÍA.....	57
3.3.1. METODOLOGÍA CUALITATIVA.....	57
3.3.2. METODOLOGÍA CUANTITATIVA.....	58
3.3.3. METODOLOGÍA DEL APRENDIZAJE.....	58
3.5. POBLACIÓN. ....	58
3.5.1. DATOS POBLACIONALES DE VENTANAS. ....	58
3.5. UNIVERSO Y MUESTRA.....	59
3.5.1. LOCALIZACIÓN.....	59
3.5.2. MUESTREO PROBABILÍSTICO. CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA. ....	59
3.5.3. TIPO DE MUESTREO .....	59
3.5.4. CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	60
3.6. ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE VENTANAS .....	62
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>71</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>71</b>
4.1. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA UTILIZARSE.....	71
4.2. TABLA 17: <i>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</i> . ....	72
4.3. REQUERIMIENTO DE LOS MATERIALES. ....	73
4.4. OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA. ....	73
4.5. ENSAYO I: MÉTODO EMPÍRICO .....	74
4.6. ENSAYO II: MÉTODO EMPÍRICO.....	80
4.7. ENSAYO III: MÉTODO EMPÍRICO .....	83
4.8. ENSAYOS DE LABORATORIO DEL PROTOTIPO III OBTENIDO. ....	89
4.8.1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA .....	89

<b>4.8.2. ENSAYO DE COMPRESIÓN.....</b>	<b>89</b>
<b>4.8.3. ENSAYO DE FLEXIÓN.....</b>	<b>90</b>
<b>4.8.4. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD. ....</b>	<b>91</b>
<b>4.8.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>91</b>
<b>4.9. TEMA DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>92</b>
<b>4.10. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>92</b>
<b>4.12. FUNDAMENTOS DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>93</b>
<b>4.13. DESCRIPCIÓN TÉCNICA. ....</b>	<b>94</b>
<b>4.14. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....</b>	<b>95</b>
<b>4.15. ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>96</b>
<b>4.16. PROPUESTA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA PARED .....</b>	<b>100</b>
<b>4.16.1. PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS.....</b>	<b>100</b>
<b>4.17. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....</b>	<b>106</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>109</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>114</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1: Botadero de envases Tetrabrik sin reciclar .....</b>	<b>3</b>
<b>Ilustración 2:Contaminación del aserrín vertido en riveras de los ríos .....</b>	<b>4</b>
<b>Ilustración 3:Especies de hongos producto del aserrín vertido en el suelo de los bosques. ....</b>	<b>6</b>
<b>Ilustración 4: <i>Tablero aglomerado.</i> .....</b>	<b>11</b>
<b>Ilustración 5: Resinas Fenólicas. ....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 6: Resina fenólicas .....</b>	<b>13</b>
<b>Ilustración 7: Ejemplo de recubrimientos. ....</b>	<b>14</b>
<b><i>Ilustración 8: Tableros de Tetrapak formato 30x30.....</i></b>	<b>18</b>
<b><i>Ilustración 9: Tableros de Tetrapak formato 30x30.....</i></b>	<b>19</b>
<b><i>Ilustración 10: Tableros de Tetrapak. ....</i></b>	<b>20</b>
<b>Ilustración 11:Presentación del primer modelo de empaque por la empresa Tetra Pak. ....</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 12:Primera máquina productora de tetrabrik.....</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 13:<i>Envases Brik en el mercado.</i> .....</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 14: Primer prototipo para fabricar tetrabrik. ....</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 15:Maquinas para envasar leche ubicada en Bochun, Alemania. ....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 16: Presentación del Tetra Recart .....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 17: <i>Productora y envasadora de tetra aséptico.</i> .....</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 18: Papel en rollo para la fabricación de envases. ....</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 19: Línea Tetra Pak® A1 para Tetra Classic® Aseptic .....</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 20:<i>Ciclo de vida de los envases tetrabrik.</i> .....</b>	<b>29</b>
<b>Ilustración 21: Incineración del aserrín. ....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 22: Aserrín.....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 23: Obtención de aserrín en aserraderos. ....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 24:Mapa del Cantón Ventanas.....</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 25: <i>Sembrío de maíz.</i> .....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 26: Factor zona sísmica. ....</b>	<b>39</b>

<b>Ilustración 27:Reciclaje del tetrabrik.....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 28: Reciclaje del tetrabrik 2. ....</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 29: Aserrín en la agricultura.....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 30: Técnicas de investigación. ....</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 31:Conocimiento y presentación de los envases tetrabrik .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 32: Tiempo de Conocer Los Envases Tetrabrik .....</b>	<b>63</b>
<b>Ilustración 33: Consumo y expendio de productos tetrabrik mensual. ....</b>	<b>64</b>
<b>Ilustración 34: Campañas de reciclaje de tetrabrik .....</b>	<b>65</b>
<b>Ilustración 35: Fabricación de Madera Sintética con material reciclado .....</b>	<b>66</b>
<b>Ilustración 36: Conocimiento del aserrín de madera. ....</b>	<b>67</b>
<b>Ilustración 37: Campaña de reciclaje del aserrín.....</b>	<b>68</b>
<b>Ilustración 38: Conocimiento material reciclado. ....</b>	<b>69</b>
<b>Ilustración 39: <i>Uso de madera sintáctica en la construcción.</i> .....</b>	<b>70</b>
<b>Ilustración 40: Colegio seis de octubre. ....</b>	<b>73</b>
<b>Ilustración 41:Aserradero vía Quevedo. ....</b>	<b>73</b>
<b>Ilustración 42: Limpieza del tetrabrik. ....</b>	<b>74</b>
<b>Ilustración 43: <i>Corte del tetrabrik.</i> .....</b>	<b>75</b>
<b>Ilustración 44: Licuado tetrabrik. ....</b>	<b>75</b>
<b>Ilustración 45: <i>Colado tetrabrik.</i> .....</b>	<b>76</b>
<b>Ilustración 46: Aserrin.....</b>	<b>77</b>
<b>Ilustración 47: <i>Resiflex y goma.</i> .....</b>	<b>77</b>
<b>Ilustración 48: <i>Mezclado de los materiales.</i> .....</b>	<b>78</b>
<b>Ilustración 49: Primer Prototipo. ....</b>	<b>78</b>
<b>Ilustración 50:Masilla y Resina de vinil. ....</b>	<b>80</b>
<b>Ilustración 51: Aserrín y tetrabrik. ....</b>	<b>81</b>
<b>Ilustración 52: <i>Aserrín y tetrabrik mezclado.</i>.....</b>	<b>81</b>
<b>Ilustración 53: Colocación de materiales en molde. ....</b>	<b>81</b>
<b>Ilustración 54: Obtención del segundo prototipo. ....</b>	<b>82</b>

<b>Ilustración 55: Goma y tetrabrik licuado.....</b>	<b>85</b>
<b>Ilustración 56: Secando el tercer prototipo. ....</b>	<b>87</b>
<b>Ilustración 57: Obtención del tercer prototipo.....</b>	<b>87</b>
<b>Ilustración 58: Obtención del tercer prototipo.....</b>	<b>88</b>
<b>Ilustración 59: Prototipo tres.....</b>	<b>88</b>
<b>Ilustración 60: <i>Tablero multiuso.</i> ....</b>	<b>95</b>
<b>Ilustración 61: Panel multiuso de baja densidad.....</b>	<b>96</b>
<b>Ilustración 62: Panel multiuso de baja densidad.....</b>	<b>97</b>
<b>Ilustración 63: Panel multiuso de baja densidad.....</b>	<b>97</b>
<b>Ilustración 64: Panel multiuso de baja densidad.....</b>	<b>98</b>
<b>Ilustración 65: Panel recubierto. ....</b>	<b>98</b>
<b>Ilustración 66: <i>Tablero recubierto de formica.</i> ....</b>	<b>99</b>
<b>Ilustración 67: Panel recubierto. ....</b>	<b>99</b>
<b>Ilustración 68: Proceso de elaboración de una pared divisoria .....</b>	<b>100</b>
<b>Ilustración 69: Conformación de la estructura metálica.....</b>	<b>101</b>
<b><i>Ilustración 70: Estructura para panel multiuso.</i> ....</b>	<b>101</b>
<b>Ilustración 71: <i>Fijación de tornillo</i>.....</b>	<b>102</b>
<b>Ilustración 72: Panel instalado. ....</b>	<b>103</b>
<b>Ilustración 73: Panel en proceso de instalación.....</b>	<b>103</b>
<b>Ilustración 74: Panel en instalación.....</b>	<b>104</b>
<b>Ilustración 75 .....</b>	<b>152</b>
<b>Ilustración 76 .....</b>	<b>152</b>
<b>Ilustración 77 .....</b>	<b>152</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Medidas de Tecaplak.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2: Coordenadas Cartográficas. ....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 3: <i>Principal eje vial de Ventanas.</i> ....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 4: Ventanas-Guaranda. ....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 5: Características y propiedades del aserrín.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 6: <i>Grafica de la proyección demográfica de Ventanas entre 2010 y 2020</i> .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 7: Población de Ventanas por sexo.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 8: <i>Conocimiento de los envases tetrabrik</i> .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 9: <i>Consumo de productos envasados en tetrabrik.</i> .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 10: <i>Consumo y expendio de productos tetrabrik mensual.</i> .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 11: <i>Campañas de Reciclaje de tetrabrik.</i> .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 12: Fabricación de Madera Sintética con material reciclado .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 13: Conocimiento del Aserrin. ....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 14: Campañas de reciclaje de aserrin. ....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 15: Conocimiento de tableros de aglomerado. ....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 16: <i>Uso de madera sintáctica para la construcción.</i> .....</b>	<b>70</b>
<b>4.2. Tabla 17: <i>Cronograma de actividades.</i> .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 18: Presupuesto del primer prototipo. ....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 19: Presupuesto elaboración prototipo dos. ....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 20: Presupuesto elaboración prototipo tres. ....</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 21: <i>Datos Técnicos.</i> .....</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 22 :Análisis de precios del panel instalado. ....</b>	<b>105</b>



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad diseñar un tablero compuesto a partir de envases tetrabrik y aserrín usando adhesivos sintéticos naturales, consiguiendo la autoadhesión de fibras activadas. Partiendo de estos elementos como como fuente principal para la elaboración de un tablero con la finalidad de ser empleado en viviendas de interés social. Mediante la utilización de varias proporciones se procedió a elaborar los diferentes prototipos indicada hasta obtener el prototipo indicado, y posteriormente fue sometido a resistencia a la flexión (N/mm<sup>2</sup>), tracción interna (N/mm<sup>2</sup>) y humedad (%).

A través de estas pruebas se muestran los resultados de estudio, el método utilizado fue experimental en donde la unidad experimental comprendió tetrabrik, aserrín y formaldehídos. Los residuos de aserrín fueron recolectados en 2 aserríos en la vía panamericana sentido sur norte, y 11 unidades educativas en del cantón, para el análisis se tomó los parámetros establecidos dentro de las normas INEN, ISO, ASTM, donde se establecen los parámetros tableros aglomerados y madera contrachapada.

Para proceder con la elaboración de los prototipos del panel a partir de tetrabrik y aserrín se procedió primero con la recolección de la materia inicial. Los envases tetrabrik fueron recolectados la unidad educativa Seis de Octubre y el aserrín procedente de los aserríos dedicados a diferentes actividades de la carpintería. El aserrín recolectado es aserrín de pino y de madera de laurel.

En el **Primer Capítulo** se describe el tema y el problema que existe en el proyecto de investigación a su vez como la formulación de este, el objetivo para el cual se está desarrollando el proyecto al igual que sus delimitaciones.

El **Segundo Capítulo** contiene el marco teórico concerniente a los tableros aglomerados su composición, uso descripción al igual que las características técnicas de estos, de la misma forma describe al aserrín con sus características y usos, los datos más relevantes del cantón Ventanas y las normativas para la elaboración de tableros.

El **Tercer Capítulo** incluye la metodología de estudio que en el presente trabajo de investigación es de tipo experimental, a su vez el enfoque que dado dentro de este y la utilización de los datos recolectados como es la encuesta.

El **Cuarto Capítulo** describe los distintos métodos y formas utilizadas para llegar al objetivo propuesto, tales como la descripción de las distintas formas para la elaboración de los diferentes prototipos hasta obtener el indicado que posteriormente fue sometido a pruebas físicas y mecánicas, y con esos resultados determinar la comprobación o negación de la hipótesis planteada en su momento.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Tema.

Elaboración de un panel multiuso de tetrabrik y aserrín para viviendas de interés social, sector Bellavista, cantón Ventanas.

### 1.2. Planteamiento del problema.

La problemática latente en la actualidad con el aserrín y el tetrabrik en el cantón Ventanas es su dificultad de ser reciclado y luego ser empleados en otros usos, desatando una alerta en el cuidado de las áreas protegidas del cantón, como son los humedales, albarradas, etc. El caso de los envases de tetrabrik la problemática se da porque una vez consumido el producto envasado éste no puede emplearse para fabricar otro envase tetrabrik, a pesar de su innegable rendimiento en la conservación de alimentos.

Después de ser usados son desechados sin control alguno, generando contaminación ambiental. Debido a su estructura de fabricación tardan alrededor de 10 a 15 años en descomponer, provocando daños a las comunidades y pueblos que viven en las laderas de los ríos y humedales.



*Ilustración 1:* Botadero de envases Tetrabrik sin reciclar

**Fuente:** (Álvarez, 2016).

Con respecto al **aserrín**, producto del dentado de la madera, se encuentra en los aserraderos en enormes cantidades provocando peligrosidad, esto se debe a que en contacto con el oxígeno se vuelve de alta combustibilidad. Como protección a elementos físicos del entorno, debe ser desalojado del sitio de los aserraderos, por costumbre de pobladores es vertido en las riveras de los ríos, ocasionando alteración del estado natural del suelo que los bordea y a las especies de peces que en este se encuentran.



*Ilustración 2:Contaminación del aserrín vertido en riveras de los ríos*

**Fuente:** *(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.).*

Si bien es cierto que la fabricación del tetrabrik brinda una valiosa utilidad tanto a la industria como a los consumidores en su función de preservar alimentos líquidos perecederos sin refrigerar, debe manifestarse que una vez consumido no pueden usarse para elaborar otro tetrabrik, y por ende ser usado para envasar ningún otro tipo de alimento como son leches, jugos, etc. Por estos antecedentes luego de consumirse se “botan a la basura” convirtiéndose, en una gran problemática para el cantón Ventanas y sus recintos, sumando a esto las dificultades de reciclado las misma que se debe a sus componentes, estos provocan que el tiempo de descomposición de lo tetrabrik sea bastante largo y complejo provocando una contaminación lenta.

La contaminación del tetrabrik empieza con la disgregación de la tinta impresa en cada empaque, a pesar de tener una capa de polietileno en el exterior que recubre las impresiones de los envases, está en contacto con suelo orgánico o en su defecto con el agua directamente empieza a diluirse y posteriormente a dispersarse.

En su proceso de degradación los tetrabriks llegan a ser contaminante debido a las diferentes composiciones químicas que aplican en los tintes de las marcas expendedoras de diferentes productos envasados como leches, jugos, etc. Los cuales son agentes químicos agresivos que causan el envenenamiento de flora y fauna en extensas superficies naturales.

Las escasas acciones por parte de las entidades gubernamentales, la falta de inversión para la transformación de estos envases y otros productos para una nueva función, la carencia de una visión ambiental para el país, adicionalmente el desinterés en innovación, investigación y creación de nuevos productos que tengan como material base al tetrabrik, hace que la contaminación y disgregación de crezca cada día, provocando un aumento en toneladas volumétricas sin control.

Por otra parte, se tiene en el cantón Ventanas otro elemento como lo es el aserrín resultado obtenido de todas las operaciones mecánicas de la madera en sus distintos usos, como los aserraderos dedicados a la ebanistería. Este residuo es altamente contaminante; puede llegar a representar hasta el 15% de la producción total de madera procesada. No obstante, este restante es vertido generalmente en cauces de ríos o en el suelo por los alrededores de comunidades rurales ocasionando erosión y contaminación del agua para algunos pobladores, donde este líquido es su principal fuente para la alimentación y la agricultura, sin considerar los incendios provocados por la auto combustión debido a las fuertes temperaturas solares.

El aserrín por sus partículas que lo componen es determinante de ocasionar reacciones en el organismo de los seres humanos como alergias respiratorias, dermatitis, esto ocurre por la composición química de la madera, una vez aserrada se dispersa y deposita polvo en el aire, causando emisión de dióxido de carbono en la atmósfera; el aserrín amontonado en los montes o en los aserraderos constituye un depósito para la propagación de hongos especialmente de los géneros fomes, schyzophylum y polyporus, que se originan de la podredumbre de árboles moribundos o muertos causando la propagación de plagas y enfermedades.



*Ilustración 3: Especies de hongos producto del aserrín vertido en el suelo de los bosques.*

**Fuente:** (Martín, 2016) .

Considerando los perjuicios que causan de manera individual los envases tetrabrik y el aserrín al ecosistema de las comunidades y recintos del cantón como son los humedales y ríos que son fuente principal de vida para algunas comunas, se obtiene

que su contaminación es un hecho eminente en aumento sin un control absoluto. La escasa regularización post consumo del tetrabrik y el aserrín producido, por parte de un sistema de gestión ambiental, indican que estos residuos seguirán siendo unas de las principales afectaciones latentes en que existan en la actualidad para este cantón.

### **1.3. Formulación del problema.**

¿Qué consecuencias tendría la construcción de vivienda de interés social en el sector Bellavista, la elaboración de un tablero multiuso de tetrabrik y aserrín?

### **1.4. Sistematización del problema.**

¿Cuáles son las propiedades del tetrabrik y el aserrín?

¿Qué dificultades presenta el tetrabrik y el aserrín para ser reciclado?

¿Qué factores influirían y delimitarían la elaboración de un panel a partir de tetrabrik y aserrín?

¿Qué limitantes tendría la elaboración de un panel multiusos a partir de tetrabrik y aserrín?

¿Cómo contribuiría la elaboración de paneles multiusos en la construcción de viviendas de interés social?

### **1.5. Objetivo de la investigación.**

#### **1.5.1. Objetivo General.**

Elaborar un panel multiuso con materia inicial del aserrín y tetrabrik para viviendas de interés social en sectores estratégicos.

#### **1.5.2. Objetivos específicos.**

- Recabar información de las características y propiedades del envase tetrabrik como del aserrín.
- Definir el molde para el prototipo.
- Elaborar a prueba y error los prototipos.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del nuevo producto.
- Analizar los costos de elaboración del prototipo.

### **1.6. Justificación de la investigación.**

La finalidad de este proyecto de investigación es conseguir de una manera adecuada y ventajosa el aprovechamiento del tetrabrik y aserrín como fuente para el proceso de transformar, fabricar e incorporar un nuevo material como sería el panel multiuso en la industria de la construcción; en este estudio el primer beneficiario serían la construcción de vivienda para sectores estratégicos, las mismas que se fabricarían bajo el prototipo obtenido al cual se someterá a pruebas de ensayo posteriormente a ser empleado en el proyecto de esta manera de trataría de disminuir el daño ambiental que estos ocasionan.

En la actualidad, al no contar con un plan de transformación, por parte de los sectores gubernamentales sumado a la falta de un sistema de gestión para realizar campañas de reciclaje y controlar el aumento en toneladas volumétricas para posteriormente transformarse en alternativa de proyectos productivos en los cuales el tetrabrik y el aserrín sean las principales fuentes, seguirá en aumento cada día el crecimiento de contaminación provocado por estos dos elementos.

Por otro lado, se busca construir viviendas cómodas, seguras, a bajo costo, partiendo del panel, el mismo que cumplirá con las normas establecidas para maderas aglomeradas. Finalmente se puede concluir, que la elaboración y uso del panel multiuso de tetrabrik y aserrín para vivienda de interés social puede tener otro beneficio al ser usado, por ejemplo, en diferentes áreas de la construcción como la división de ambientes de oficinas, mobiliario, etc.

### **1.7. Delimitación de la investigación.**

**Campo:** Educación Superior. Pre-Grado.



**Área:** Arquitectura

**Aspecto** Investigación Experimental

**Tema:** Elaboración de un tablero multiuso de tetrabrik y aserrín para viviendas de interés social sector Bellavista Cantón Ventanas

**Delimitación espacial:** Provincia Los Ríos, Cantón Ventanas, Sector Bellavista

**Delimitación temporal:** 6 meses

### **1.8. Hipótesis de la investigación.**

El proyecto de elaboración de paneles multiusos de tetrabrik y aserrín para viviendas de interés social en el sector Bellavista del cantón Ventanas, es el planteamiento idóneo que contribuirá en la construcción de viviendas para sectores estratégicos.

### **1.9. Identificación de las variables.**

#### **1.9.1. Variable Dependiente**

Elaborar un panel multiuso de tetrabrik y aserrín con excelentes propiedades.

#### **1.9.2. Variable independiente.**

Obtener un material diferente a partir de dos fuentes reciclables para disminuir el déficit habitacional del sector con un enfoque económico diferente para el medio.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. Marco Teórico referencial.**

De algún modo se ha buscado la forma de emplear el tetrabrik en otro uso tal como sucedió:

El proyecto de la Universidad Nacional Mayor de San Marco en la ciudad de Lima en Perú Facultad de Ingeniería Industrial el egresado Heriberto Reyes, realizó un proyecto de investigación Reciclaje de envases de Tetrapak el cual tenía como objetivo demostrar que el reciclaje de envases de Tetra Pak es una alternativa viable en reemplazo de la madera y aglomerados para uso doméstico e industrial. (Martín, 2016)

Jaime Contreras de la Universidad de Chile en la ciudad de Santiago Facultad de Ciencias Físicas y Matemática Departamento de Ingeniería Industrial se presentó un proyecto basado en Plan de Negocios Reciclaje y Gestión de Residuos Sólidos de tetrabrik, el cual consistía en elaborar paneles de tetrabrik de uso interior para conjuntos habitacionales en algunas medidas utilizando dispositivos diseñados específicamente para facilitar la recolección y fabricación”. (Chile, 2017)

En Ecuador la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Mecánica Escuela de Ingeniería Mecánica desarrollaron un proyecto el cual tenía por objeto “Desarrollaron un proceso tecnológico para la obtención de paneles de aserrín de madera y cascarillas de arroz y para elaboración de puertas. (Chimborazo, 2016)

Universidad Particular de Lola en el Área Técnica la joven Paola Hidalgo Tapia presento el proyecto de titulación “Tableros acústicos para paredes internas de resina de vinil acrílica y tetrabrik con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato”,

su objetivo fue obtener un tablero acústico para pared a partir de la reutilización de fibra natural (madera de encofrado) y resina de vinil acrílica. (Loja U. P., 2014)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Adriana Molina realizó un proyecto de Diseño de un proceso para la elaboración de un tablero de aglomerado a partir de envases de Tetra Pak para ser utilizado en mobiliario escolar. (Chimborazo, 2016)

Los tableros aglomerados son materiales elaborados a partir de partículas o fibras homogeneizadas, las cuales son aglomeradas con diferentes resinas que les brindan a éstos diferentes propiedades, dependiendo del tipo de aplicación al que vaya a ser sometidos. Se obtienen aplicando presión y calor sobre partículas de madera y otros materiales lignocelulósicos en forma de partículas, a las que se las ha añadido previamente un adhesivo. Suele estar formado por tres capas una central y dos externas. (madedera., 2015).

Su aplicación va desde la carpintería ubicados en muebles, puertas, rodapiés, zócalos, encimeras, frisos, etc. Para construcción como base de cubiertas, divisiones interiores, tabiques, doblado de paredes, falsos techos, base de suelos, encofrados, vigas cajón o casetones. Están compuesto por partículas de madera (83 - 88%), adhesivos (6 - 8% si las resinas son derivados del formol o 2 - 3% si son de isocianatos), aditivos (1 - 2%) y recubrimientos. (madedera., 2015).

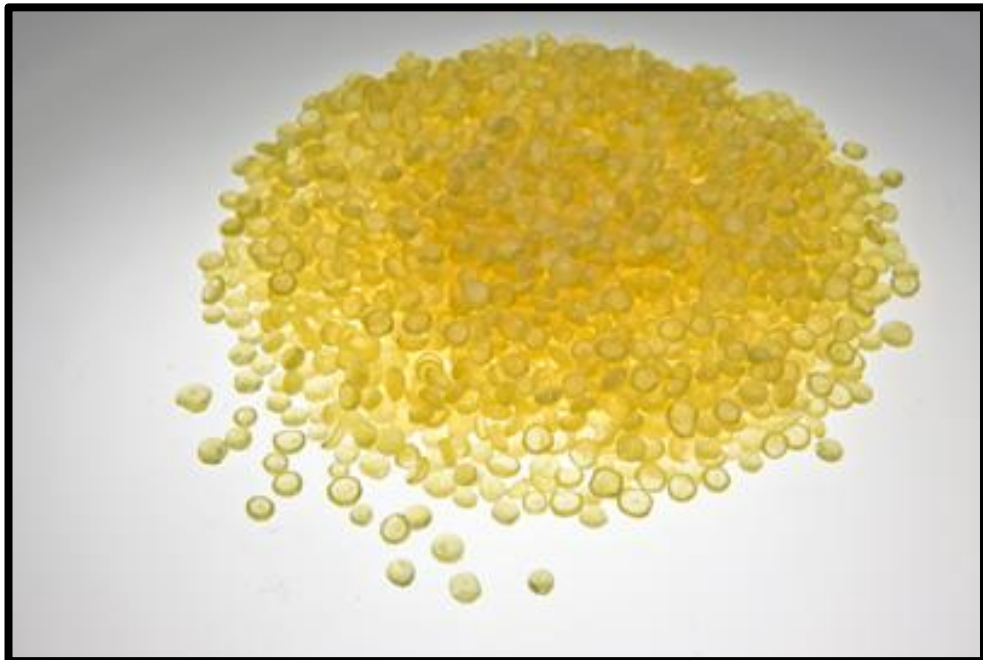


Ilustración 4: *Tablero aglomerado.*

**Fuente:** (ECOPLACK, 2014).

### 2.1.1. Adhesivos

Un adhesivo es una sustancia utilizada para unir la superficie de materiales sólidos a fin de otorgarles diversas propiedades tales como flexibilidad, dureza, resistencias a la tracción, resistencia química, entre otros, generalmente los adhesivos están conformado por dos o más componentes; un enlazante, el cual contiene las moléculas activas que interactúan con las superficies con la que estarán en contacto, un solvente o agente dispersante (generalmente es agua) que permite humedecer las superficies, y por último un agente entrecruzaste, que reacciona con las moléculas del adhesivo y de la superficie o sustrato, buscando que éstas se conecten. (Lanza, 2008).



*Ilustración 5:* Resinas Fenólicas.  
*Fuente:* (ECOPLACK, 2014).

Los adhesivos las usados para tableros aglomerados son resinas de fenol formaldehído (PF: del inglés Phenol-Formaldehyde) son polímeros sintéticos obtenidos por la reacción de fenol sustituido con formaldehído. Otros nombres con los cuales se suele denominar a las resinas fenol formaldehído son: fenoplastos, resinas formó fenólicas o simplemente resinas fenólicas. (RAMOS, 2017).



*Ilustración 6:* Resina fenólicas  
**Fuente:** (ECOPLACK, 2014).

Las resinas fenólicas son de uso comercial desde hace más tiempo que cualquier otro polímero sintético, exceptuando el nitrato de celulosa. La mayor parte de la producción de madera laminada se utilizan adhesivos termoestables basados en resinas fenólicas. Los adhesivos fenólicos son resistentes a los disolventes orgánicos, con buena resistencia al agua tanto fría como hirviendo, así como, a los ácidos y álcalis débiles. (<http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/NOV16/covarrubias.pdf>).

### **2.1.2. Aditivos**

Son productos químicos que se incorporan a los tableros durante el proceso de fabricación para mejorar algunas de sus propiedades. Los más usuales son las ceras y parafinas, los productos retardantes del fuego, los productos insecticidas, los productos fungicidas y los endurecedores. (HUERTAS, 2016).

### **2.1.3. Recubrimientos**

Se utilizan para mejorar sus prestaciones y su aspecto y se adhieren sobre sus caras. Los más habituales son: melamina, chapa sintética barnizarle, chapa sintética

barnizada, papel lacado, chapas naturales de diferentes maderas, papel fenólico, rechapados con placas de acero o cobre, laminados plásticos. (ESCUADERO, 2016).



*Ilustración 7:* Ejemplo de recubrimientos.  
**Fuente:** (AMBIENTE, 2017)

#### **2.1.4. Dimensiones.**

Existe una gran variedad de longitudes, las más usuales para la longitud y la anchura son las de las prensas de platos de 2.440 x 2.050; 4.880 x 2.050; 3.660 x 1.830 mm. Los espesores más habituales son: 16, 19, 22 y 30 mm. Actualmente, con el desarrollo de las prensas continuas, se pueden obtener tableros de cualquier longitud y espesor, quedando la anchura limitada al ancho de la prensa; las despinzadoras permiten obtener cualquier tamaño deseado. (Cordova, 2014).

#### **2.1.5. Densidad.**

Su densidad es variable dependiendo del tipo de partícula, normalmente varían de 600 a 680 kg/m<sup>3</sup>. Contenido de humedad Se suministra con un contenido de humedad comprendido entre el 5 y el 13 %. (ECOPLACK, 2014).

### **2.1.6. Estabilidad dimensional (hinchazón).**

Mantienen el carácter higroscópico de la madera, lo que hace que su contenido de humedad tienda a equilibrarse con las condiciones higrotérmicas del medio; dando lugar a variaciones dimensionales en longitud, anchura y espesor, en especial este último es el más sensible originando problemas en algunas sus aplicaciones. Cuando se requiera una estabilidad dimensional superior, se pueden utilizar tableros con resistencia a la humedad mejorada. (RAMOS, 2017).

### **2.1.7. Calidad del encolado y resistencia a la humedad.**

La resistencia del tablero de partículas frente a la humedad es relativamente baja debido a su porosidad. Su resistencia puede mejorar incorporando aditivos en los adhesivos durante el proceso de fabricación. La denominación comercial "hidrófugo" (repelente el agua) es incorrecta. Se debería utilizar "resistente a la humedad". Un tablero mejorado en su comportamiento frente a la humedad no significa que pueda ser expuesto a la intemperie sin protección. A estos tableros se les suele dar una coloración verde para distinguirlos del estándar. Una coloración verdosa más intensa no significa que el tablero sea más resistente a la humedad. **Fuente:** (HUERTAS, 2016).

### **2.1.8. Conductividad térmica.**

Es similar a la de la madera de que está compuesto. Aislamiento acústico Es similar al de la madera de que está compuesto y similar también al tablero contrachapado. - Su aislamiento acústico ante el ruido aéreo y a ruido de impacto depende de su densidad (aumenta con ella) - Su absorción es muy baja ya que carece de poros abiertos. (ESCUDERO, 2016).

### **2.1.9. Resistencia al vapor de agua.**

Es inferior a la de la madera y a la del tablero contrachapado, parecida a la del tablero de virutas y superior a la del tablero de fibras (tanto duro como MDF). (HUERTAS, 2016).

### **2.1.10. Contenido de formaldehído.**

En las normas UNE-EN 312 y UNE-EN 13986 se especifican las dos clases de contenido de formaldehído, E1 y E2, determinadas con el método del perforador (UNE-EN 120) y el de cámara (UNE-EN 717-1). La tendencia actual es utilizar tableros con bajo contenido en formaldehído, algunos fabricantes ya los suministran con contenidos muy inferiores (4 mg) a los exigidos para la clase E1 (8 mg). (HUERTAS, 2016).

### **2.1.11. Reacción al fuego.**

Su reacción al fuego es similar a la de la madera maciza. Sus valores de Euroclase de reacción al fuego normalizados sin necesidad de ensayo están normalizados variando de: - D-s2, d0 a D-s2, d2 - Dfl-s1 a E; Efl Esta calificación de Euroclase se puede mejorar mediante la adición de productos ignífugos en los adhesivos durante su fabricación. Los tableros con reacción al fuego mejorada se les colorea habitualmente de rojo para distinguirlos del estándar. (RAMOS, 2017).

### **2.1.12. Durabilidad**

Comportamiento frente a los agentes biológicos En función de las condiciones ambientales o de la zona geográfica en donde se utilicen pueden ser degradados por los hongos xilófagos (tanto los que causan las pudriciones pardas como los cromógenos) y por los insectos xilófagos sociales (las termitas). La presencia de cola impide que sea atacado por los insectos xilófagos de ciclo larvario (carcomas, polillas, etc.), a los que no sirve de alimento. Su comportamiento se puede mejorar, mediante



su tratamiento superficial o por la incorporación de insecticidas y/o fungidas en los adhesivos. Se pueden utilizar en las clases de uso 1, 2 y 3. (RAMOS, 2017).

### **2.1.13. Fijaciones.**

Los tableros de partículas pueden fijarse con clavos, tirafondos, clavijas o adhesivos. De forma general debe aplicarse lo mencionado en el capítulo de Tableros derivados de la madera. **Fuente:** (HUERTAS, 2016).

## **2.2. Tableros aglomerados de tetrabrik.**

La producción de tableros aglomerado en la región derivada de tetrabrik tuvo un aumento del 4% en los últimos tres años, según indica la revista América Economía. Una de las empresas con este tipo de material es Tectán conocido como madera sintética en Colombia y Tecaplak en Chile. El Tectán es un material aglomerado (madera sintética) de alta calidad y durabilidad formada a partir de Tetra Pak prensados. A partir del Tectán, se pueden crear gran variedad de productos destinados principalmente a la construcción. **Tecaplak-Chile.**

En Santiago de Chile la empresa Tecaplak ha tomado la iniciativa de fabricar paneles a partir de tetrabrik los cuales tienen varían entre 6mm, 9mm, 12mm, y 15mm de espesor Las dimensiones de cada plancha son 122 x244 cm. Su peso oscila entre las siguientes medidas:

**Tabla 1: Medidas de Tecaplak.**

6 mm	18 kg
9 mm	27 kg
12 mm	36 kg
15 mm	45 kg

**Fuente:** (Tecaplak, 2013)



*Ilustración 8:* Tableros de Tetrapak formato 30x30.  
**Fuente:** (Tecaplak, 2013)

El tectán es un material aglomerado obtenido a partir del reciclaje de residuos de Tetra Pak (briks). Su uso se está haciendo cada vez más común, ya que supone grandes beneficios para el medio ambiente al evitar el consumo de recursos naturales como la madera. La producción y uso de este material se encuentra cada vez más extendido en Europa. La tecnología para su fabricación tuvo su origen en Alemania, gracias al impulso dado por la propia empresa Tetra Pak.

Las láminas Ecoplak son láminas aglomeradas de 2.44 m x 1.22 m, en espesores de 4, 9, 12, 15 y 19 mm; con características de madera sintética, elaborada en mezcla de fibra (75%), aluminio (5%) y polietileno (20%). Se realiza por medio de termocompresión del componente plástico, sin el uso de resinas fenólicas (urea-formaldehído), las cuales son de alto costo y de alto impacto ambiental, logrando así el beneficio de un material totalmente resistente a la humedad y agentes químicos. (Cordova, 2014).

China y algunos países sudamericanos, como Chile, han impulsado su fabricación y uso como material recomendable para la protección del medio ambiente. Los productos fabricados con tectán poseen la misma calidad y resistencia que los productos fabricados con madera, y su presentación también es similar, generalmente en forma de tablas o planchas de 30x30x1cm con las que se fabrican muebles, mesas, sillas, etc. Las propiedades de este material confieren

resistencia y durabilidad a los artículos confeccionados, es reciclable al 100% y no incorpora productos tóxicos o peligrosos. Además, el tectán no se astilla ni se agrieta, no conduce la electricidad y es insensible a la acción de hongos o insectos, lo que lo convierte en un material con múltiples aplicaciones. (Cordova, 2014).



*Ilustración 9:* Tableros de Tetrapak formato 30x30.

**Fuente:** (ECOPLACK, 2014)

El proceso de fabricación del tectán pasa por las siguientes etapas: Los briks se separan del resto de envases, se lavan para eliminar impurezas y restos de alimentos, se secan y son triturados en pequeños fragmentos de unos 3 mm. A continuación se extienden en una capa del espesor deseado, el material se prensa y se calienta hasta una temperatura de 170°C, durante el prensado se controla la temperatura y la presión aplicada, el calor funde el polipropileno (PP) uniendo la fibra densamente comprimida y los fragmentos de aluminio en una matriz elástica, sin necesidad de añadir ningún tipo de cola o productos químicos, la matriz resultante se somete a un proceso de enfriamiento muy rápido, formando un duro aglomerado con una superficie de acabado brillante e impermeable. (Cordova, 2014).

Algunas de las aplicaciones más comunes de las planchas de tectán son la fabricación de carpetas, suelos, tejas, separadores de espacios u otro mobiliario. Estos usos suponen el primer paso para desarrollar una amplia gama de productos -que en la actualidad se fabrican en madera- de una forma económica y socialmente más rentable. (Cordova, 2014).



*Ilustración 10:* Tableros de Tetrapak.  
**Fuente:** (ECOPLACK, 2014)

### **2.3. Determinación de las características técnicas tableros aglomerados.**

Las características esenciales que se deben determinar en los tableros aglomerados son:

#### **2.3.1. Resistencia o módulo de ruptura.**

Se define como la tensión máxima que un espécimen de prueba rectangular puede soportar en

una prueba de flexión de 3 puntos hasta que se rompe, expresado en  $\text{N/mm}^2$  o MPa. El equipo utilizado: MUE 600 kN(A-EM-008), Pie d Rey (A-IM-111), este ensayo debe realizarse en un lapso de 10 minutos, con temperaturas  $21.4^\circ\text{C}/20.6^\circ\text{C}$ , con una humedad máxima de 62.3% y la mínima de 59.7%. los datos usados son:

MOR = módulo de ruptura, en  $\text{N/mm}^2$

P = carga aplicada, en N

L = distancia entre los apoyos, en mm

a = ancho de la muestra, en mm

e = espesor nominal de la probeta, en mm

### **2.3.2. Densidad aparente.**

Densidad es una propiedad intensiva de la materia definida como la relación de la masa de un objeto dividida por su volumen. La masa es la cantidad de materia contenida en un objeto y comúnmente se la mide en unidades de gramos (g). El volumen es la cantidad de espacio ocupado por la cantidad de la materia y es comúnmente expresado en centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>) o en milímetros (ml) (un cm<sup>3</sup> es igual a 1 ml). Por consiguiente, las unidades comunes usadas para expresar la densidad, gramos por centímetros cúbicos (g/cm<sup>3</sup>), o también en kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>).

DA = Densidad aparente en Kg/m<sup>3</sup>;

m = masa de la muestra en gramos;

V = volumen de la muestra en mm.

### **2.3.3. Contenido de humedad.**

Es la cantidad de agua contenida en un material, corresponde a la humedad del tablero a la salida del proceso de producción. Este valor variará dependiendo de la humedad relativa del ambiente en que se encuentre, tendiendo a buscar la humedad de equilibrio.

CH = contenido de humedad, en porcentaje;

m = masa de la muestra antes del secado, en gramos;

m = masa de la muestra después del secado, gramos.

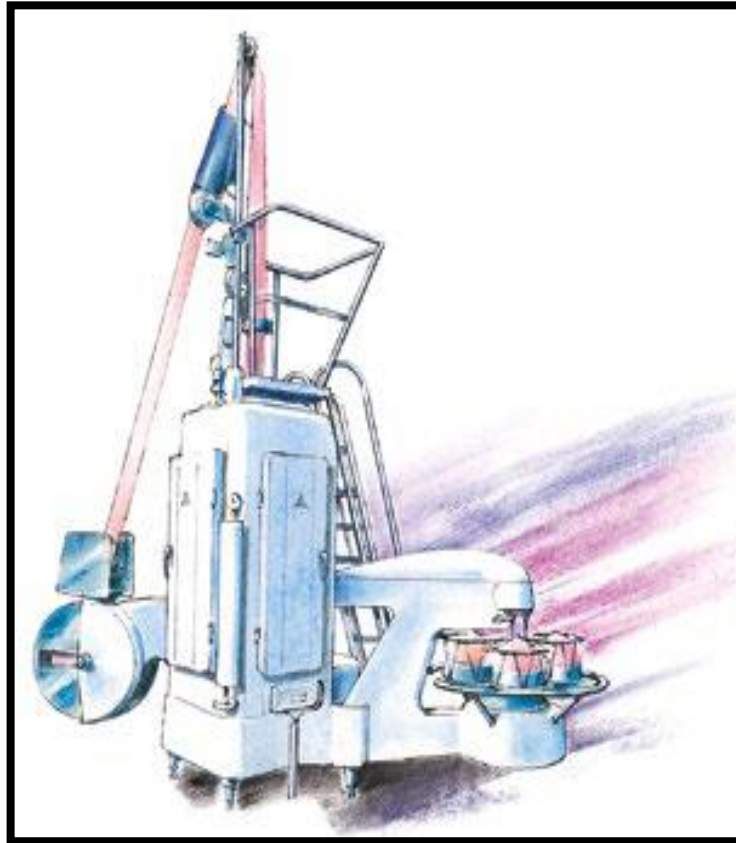
## **2.4. Tetrabrik.**

Tetrabrik es el nombre comercial que se le da al envase de cartón producido por la empresa sueca Tetra Pak, el cual con el tiempo se ha convertido en el nombre genérico

para designar a los envases de cartón que esta produce con un aproximado de 30 gramos de peso. (www.tetrapak.com/ec, s.f.)



*Ilustración 11:* Presentación del primer modelo de empaque por la empresa Tetra Pak.  
**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).



*Ilustración 12:* Primera máquina productora de tetrabrik.  
**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).

El primer producto de Tetra Pak fue un revolucionario cartón de papel usado para guardar y transportar leche, éste fue llamado Tetra Classic, para obtener este producto se estuvo trabajando en el diseño desde 1943, y por 1950 había perfeccionado técnicas

para fabricar sus cartones herméticamente, usando un sistema de cartulina forrada en plástico. Los cartones iniciales fueron tetraedros, teniendo 4 caras, justificando el nombre de la marca, que significa cuatro en griego. En 1963 la compañía introduce tetrabrik, un envase rectangular (Brik significa ladrillo en inglés). (Empresa Tetra-Pak, 2016)



Ilustración 13: Envases Brik en el mercado.

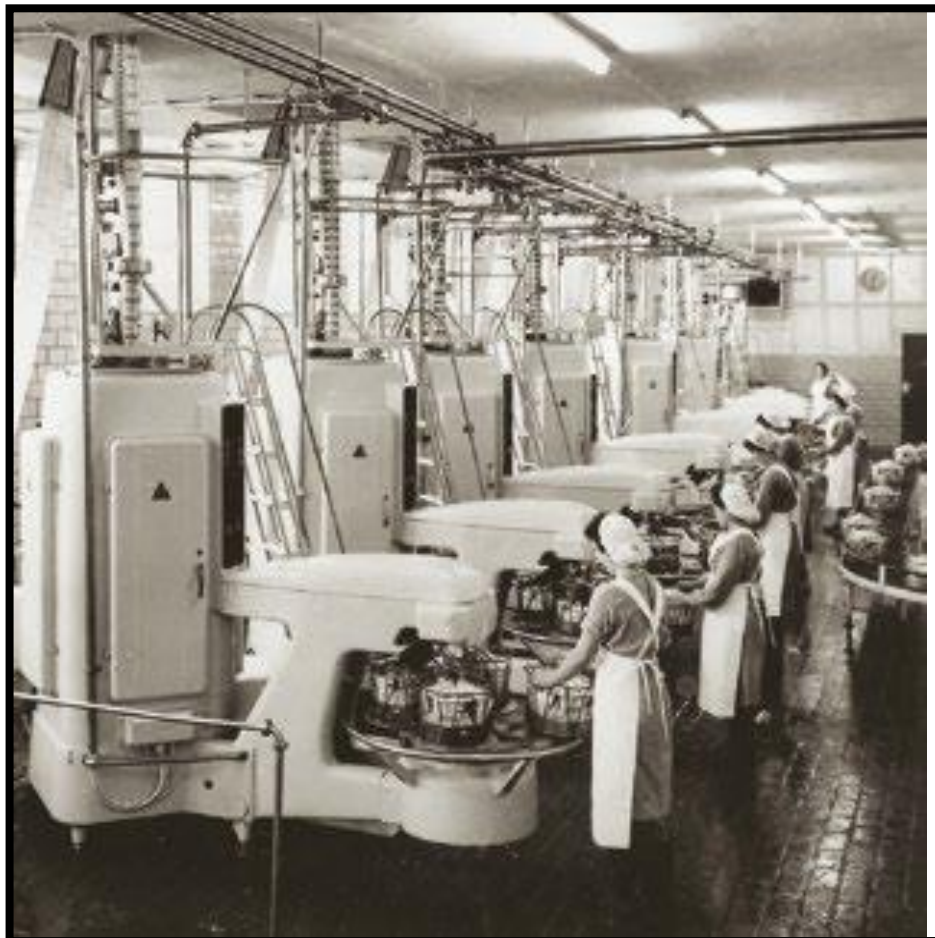
**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).



Ilustración 14: Primer prototipo para fabricar tetrabrik.

**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).

Poco después la gerencia de Tetra Pak buscó formas de expandirse a mercados y con tecnologías más allá de los productos de lácteos. Durante la década del 50, Tetra Pak unió esfuerzos con Ursina (una empresa suiza que desarrolló una nueva técnica de esterilización de leche) para investigación y desarrollo. Utilizando inyección de vapor, Ursina logró producir leche esterilizada con prácticamente el mismo sabor y valor nutricional que el producto original en julio de 2004. Tetra Pak lanzó en Estados Unidos el Tetra Recart, un sistema de esterilización dentro del envase, pudiendo así ofrecer una alternativa de envasado a productos que tradicionalmente se ofrecían en lata o frascos de vidrio, como frutas, vegetales, comidas listas para consumir o comida para mascotas. (Empresa Tetra Pak, 2015).



*Ilustración 15:* Maquinas para envasar leche ubicada en Bochun, Alemania.

**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).



El material del cual están compuestos los envases de tetra Pak es perfectamente reciclable, por lo que en muchos países existen depósitos públicos para recolectar los envases utilizados y proceder a su reciclaje. (Empresa Tetra-Pak, 2016)



*Ilustración 16:* Presentación del Tetra Recart  
**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).

Al Ecuador ingresaron en el año de 1994 los envases Tetra Pak Aséptico, éstos no son biodegradables, en la actualidad es mínima la cantidad que se recicla. Cuando se convierten en residuos sólidos, al final de su ciclo, demandan que se incurran en costos operativos para su disposición final, concluyendo su vida útil en rellenos sanitarios y botaderos. (Empresa Tetra-Pak, 2016)

#### **2.4.1. Tendencias de consumo.**

Hoy los países desarrollados son los que dictan la pauta en el consumo de alimentos, mientras que los países en vías de desarrollo se esfuerzan por aprovechar esas tendencias para desarrollar su sector productor y exportador y las incorporan a su dieta según se los permita su capacidad económica. El consumo de productos envasados en Tetra Pak en países desarrollados ha tenido gran aceptación, eso revela la empresa Tetra Pak en su página web, donde España consumió 5.642 millones de envases en el 2010, Canadá consumió 4.400 millones de envases, los países latinoamericanos sigue esta tendencia con la producción de tetra prisma® aséptico, y tetra fino® aséptico, encabezando la lista Colombia con la fabricación de tetrabrik que inició su funcionamiento a la par con la República Popular China, India, Italia, México y el Reino Unido en el año 1997 produciendo 11.200 ton anuales. Según Tetra Pak Brasil, Argentina y Chile consumen cantidades significativas. **Fuente:**

(<https://www.tetrapak.com/ec/>, s.f.)

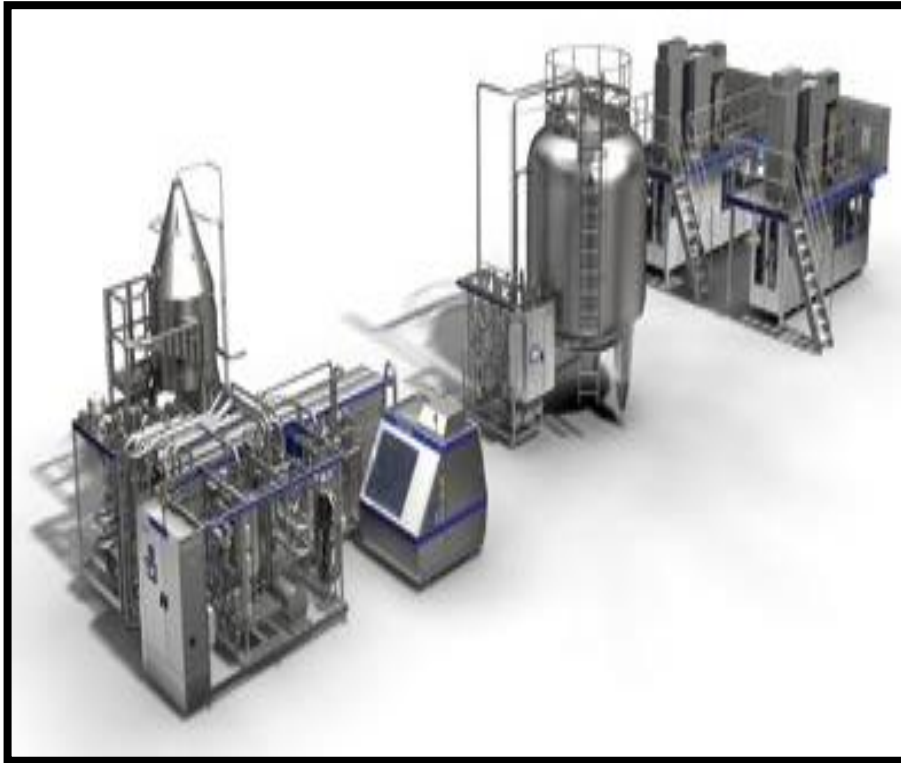


Ilustración 17: Productora y envasadora de tetra aséptico.

**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).

En América, la empresa de TETRA PAK tiene ocho plantas de fabricación de envases, de ellas dos se encuentran ubicadas en Estados Unidos en las ciudades de Danton y Carolina del Sur, las otras seis están concentradas en Canadá, México, Brasil, Argentina, Chile y Colombia. De acuerdo con las estadísticas del año 2006, Alucio Ragazzi quien desempeñaba el cargo de director general de la empresa sueca para Colombia y el Ecuador Tetra Pak, Ecuador importaba anualmente desde Brasil aproximadamente 200 millones de envases para ser distribuidos en empresas ecuatorianas productoras de lácteos y jugos. Philippe Delouche, actual gerente general de la empresa en el Ecuador señala la venta de estos envases en el año 2012 en nuestro país fue de 500 millones de envases entre jugos, leche y otros líquidos y para el cierre del año 2017 el incremento fue de 980 millones de envases. (<https://www.tetrapak.com/ec/>, s.f.).



*Ilustración 18:* Papel en rollo para la fabricación de envases.  
**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).

#### **2.4.1. Producción.**

El tetrabrik es una laminación de varios sustratos o películas, que se imprimen en un rollo de papel (cartón) con las imágenes y colores del producto a comercializar. Inmediatamente pasa por una maquina laminadora donde se adhiere una película de polietileno transparente sobre la imagen para proteger la impresión, en la parte posterior del papel una película de aluminio y 2 de polietileno, para hacerla impermeable. Todo esto se hace en rollos de aproximadamente 1.20 m de ancho, es decir que cada rollo contiene varias impresiones del mismo producto. Posteriormente sigue su proceso y se corta los rollos al ancho necesario para cada producto, y finalmente este producto es montado en una maquina envasadora, que al mismo tiempo forma y llena con el producto para luego ser sellado y proceder a darle la forma final,

una vez producido un tetrabrik este reciclado no se puede producir otro tetra Brik. (Manual de productos procesado, 2015).



*Ilustración 19: Línea Tetra Pak® A1 para Tetra Classic® Aseptic*  
**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016).

#### **2.4.2. Impacto ambiental en el Ecuador.**

Representantes de Intercia S.A., empresa recicladora del Ecuador, más conocida como REIPA, manifiestan que hasta el momento estos envases no se han podido reciclar por completo en el Ecuador. Su estructura de seis láminas compactadas entre sí, hacen compleja la degradación natural del envase, es por esto se les llaman envases de “**larga vida**”. Por otro lado, las tecnologías actuales de reciclaje de cartones comunes no están adaptadas para procesar este tipo de cartones ya que al disgregarse el plástico/aluminio, estos residuos obstruyen las mallas en los procesos subsiguientes, convirtiéndose en un problema para dicha industria. (Empresa Tetra Pak, 2015). Por tal razón este tipo de residuos sólidos, al final de su ciclo de vida, tienen tres efectos: ocupan capacidad de los rellenos sanitarios del país, demandan que se incurra en costos

operativos para su disposición final y reducen la vida útil de los rellenos sanitarios o botaderos. (Empresa Tetra Pak, 2015).



Ilustración 20: Ciclo de vida de los envases tetraabrik.

*Fuente:* (Empresa Tetra-Pak, 2016).

## 2.5. Aserrín.

El aserrín es el producto de las operaciones generado por el corte de la madera durante los procesos de pequeños y grandes fabricantes. Si bien es cierto la industria maderera es fuente de ingresos y progreso no siempre se toma en cuenta los prejuicios ecológicos que sus actividades productivas generan. A pesar de que la industria maderera tiene la ventaja de poder utilizar sus residuos para contribuir al uso de varias actividades como por ejemplo necesidades energéticas, fabricación de nuevos elementos industriales, abono agrícola, compost, etc., es poco o nada la importancia que se le da este elemento.



*Ilustración 21:* Incineración del aserrín.  
**Fuente:** (Martín, 2016).

Muchos aserraderos han considerado los residuos de madera (el aserrín) como un subproducto engorroso de la operación de aserrío, y consiguiente la eliminación destinada del aserrín es relleno de terrenos o incinerándolos en quemadores, sin embargo, estos dos destinos se han convertido últimamente en problemas ambientales contenciosos, actualmente la mayoría de las instalaciones que se dedican al proceso de la madera en países desarrollados como Estados Unidos, España, incorporan quemadores de aserrín basto para ahorrar así determinados suministros costosos de combustibles fósiles.



*Ilustración 22:* Aserrín.  
**Fuente:** (Martín, 2016).

### 2.5.1. Obtención del aserrín

En el proceso de serrado de la madera se obtienen partículas minúsculas de madera producidas durante el talado de árboles, arbustos, troncos leñosos, operaciones en aserraderos, fabricación de muebles, la construcción de edificios y madera contrachapada, a esa partícula minúscula es a la que se denomina aserrín. Expertos e instituciones a nivel global, incluida la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señalan sobre el impacto del aserrín como agente contaminante de suelo y del agua. (<http://www.fao.org>).



Ilustración 23: Obtención de aserrín en aserraderos.

*Fuente: (Lanza, 2008).*

### 2.5.2. Impacto ambiental en el Ecuador.

Téngase en cuenta que la degradación natural de los residuos de la industria maderera es lenta por lo tanto al contener una gran cantidad de aserrín en el lugar de trabajo este reduce el espacio disponible y con ello la movilidad necesaria para la producción; generando acumulación de polvo en el aire, que conlleva otro mal, como es la emisión de dióxido de carbono a la atmosfera perjudicando la salud de los trabajadores. Del mismo modo el aserrín acumulado en el bosque luego de la tala

constituye un depósito y un foco para la propagación de hongos (especialmente de los géneros *Fomes*, *Schizophylum* y *Polyporus*, entre otros) que provocan la podredumbre de árboles moribundos o muertos con un contenido de humedad relativamente alto, esto ocasiona contaminación de acuíferos, y la acidificación de los suelos. (Godoy, 2016).

El impacto ambiental, como polvo, ruido y olores, que se originan en el procesamiento, transformación y obtención del aserrín afectan principalmente a los núcleos de los poblados que se encuentran cerca de los aserraderos y sitios donde se procede a la tala de los árboles, ocasionando la inhalación del polvo de aserrín. Este una vez inhalado llega a un punto de sedimentación en el sistema respiratorio humano penetrando profundamente en los pulmones. (249, 2015).

## **2.6. del Cantón Ventanas.**

Según las fuentes, se dice que el nombre de Ventanas se originaría por estar ubicada este caserío a corta distancia de las primeras estribaciones occidentales de la cordillera, razón por la que era el sitio al que primero llegaban los viajeros de la serranía, donde hacían descanso o pernoctaban hasta el siguiente día y antes de continuar su viaje solían decir "vamos a asomarnos para ver nuestras tierras desde aquí" porque el sitio era como una abertura entre las montañas de aquella época, así se cree que a este caserío empezaron a llamarlo las "Ventanas". (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

Otra versión sobre el origen del nombre de Ventanas indica que a este caserío llegaban varios comerciantes, entre ellos los de la Sierra que venían a vender sus productos motivos por el cual se lo identificó como el sitio de las ventas, por lo que se cree que de allí deriva el nombre de "Ventanas". (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.). Por los años 1952 la transformación de Ventanas empezaba a hacerse



notoria por el esfuerzo de un grupo de jóvenes ventanéense y otros allegados, que por su amor a si tierra empezaron a conformarse con entidades representativas.

Con el comité Pro-Mejoras había llegado la transformación de la ciudad, el progreso había comenzado, el descontento en el pueblo se hacía sentir por la desatención de la Municipalidad de Pueblo viejo, en los diferentes órdenes ya sean estos lo social, vial, educación y deporte, así también se frustraron los deseos del pueblo para adquirir una planta de luz eléctrica, que por inconvenientes administrativos del concejo de Pueblo viejo no se llevó a efecto”. (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).



Ilustración 24: Mapa del Cantón Ventanas.

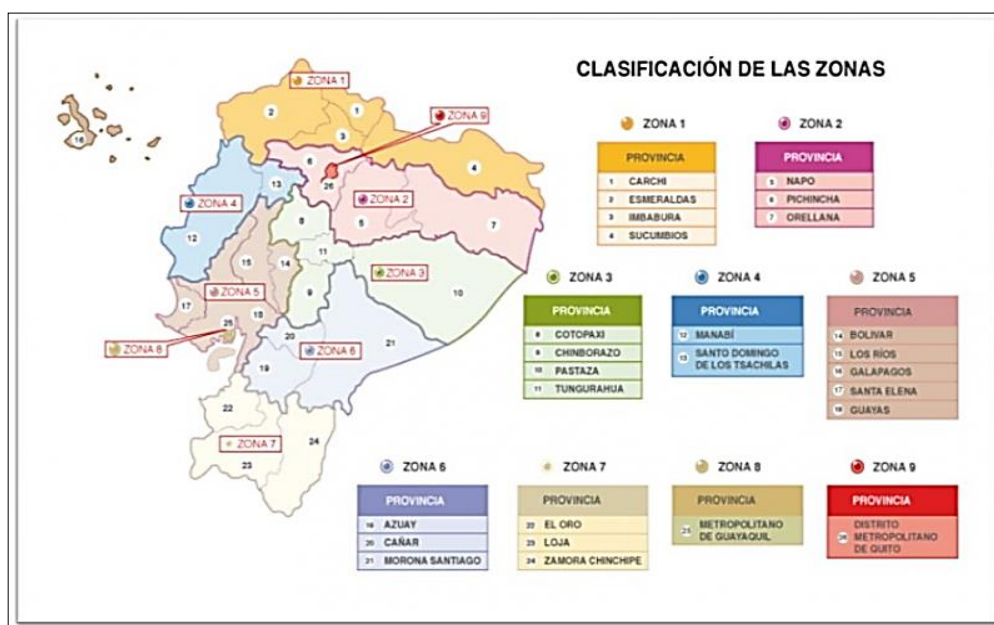
**Fuente:** (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

De los antecedentes expuestos les surge la idea emancipadora por parte del entonces concejal de la Municipalidad de Pueblo viejo, señor Gilberto Gordillo Ruiz y el respaldo del también concejal señor Rafael Astudillo Cárdenas, ambos representantes de la parroquia Ventanas; los cuales organizaron una Asamblea que se llevó a cabo en una Sala de Cine que funcionaba en los bajos de la casa de don Nicanor Florencia Machado, a la que concurrieron muchos ciudadanos. Durante esta asamblea se expuso las razones el concejal Gordillo, y el derecho que le asistía a la parroquia para hacerse

Cantón hasta que decretó la Cantonización de Ventanas en Sesión Ordinaria el 4 de noviembre de 1952, para finalmente conseguir que el ejecutivo firmó el ejecútese el 10 de noviembre de 1952. Fuente: (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### 2.6.1. Localización geográfica.

El cantón Ventanas se encuentra ubicado en la Zona 5 de planificación, según la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), tiene una superficie territorial de 533 km<sup>2</sup>, y una densidad poblacional de 124 81 hab. /km<sup>2</sup> la cabecera cantonal es Ventanas, representa el 7.4% de la provincia, cuenta con una población de 66.600 habitantes, es decir 8.6 % de la población provincial. Fuente: (<http://www.planificacion.gob.ec/zonas-districtos-y-circuitos/>, s.f.).



**Ilustración 22:** División Zonal Según Senplades.

**Fuente:** (SENPLADES, s.f.)

**Tabla 2: Coordenadas Cartográficas.**

E(X)9875953.5675	N(Y)678870.67
98.292.022.006	6.707.389.346
98.527.714.034	6.928.791.716
98.482.631.584	6.611.764.080

**Fuente:** (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### 2.6.2. Límites.

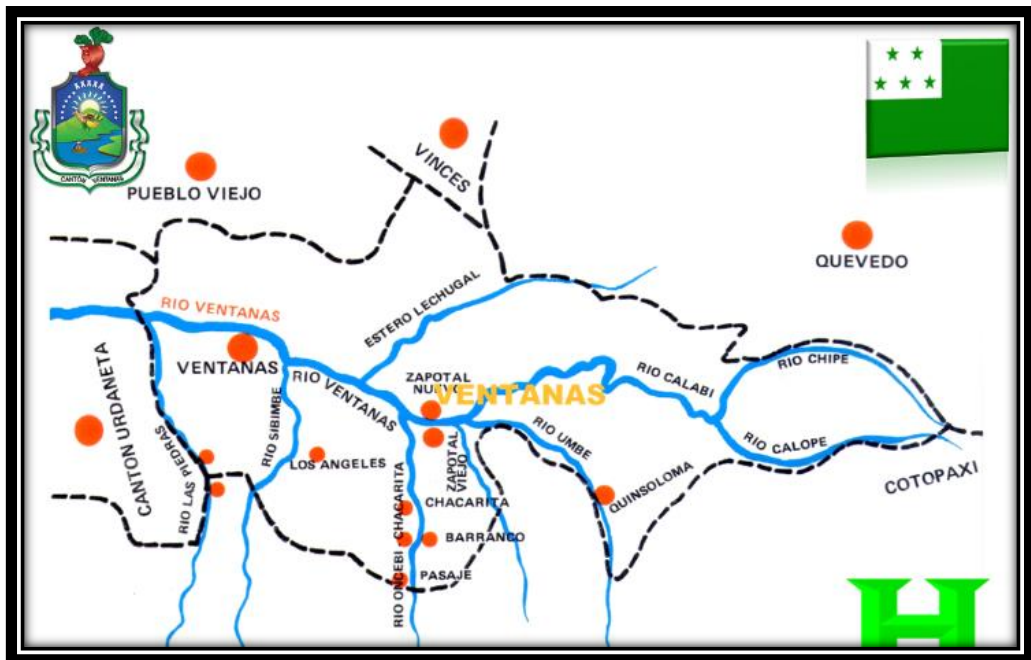
El cantón Ventanas se encuentra limitando con los siguientes cantones:

**Norte:** Cantones Quevedo, Quinsaloma y la provincia de Bolívar.

**Sur:** Cantones Urdaneta y Pueblo viejo.

**Este:** Con la provincia de Bolívar, y al

**Oeste:** Cantones Quevedo, Mocache, Vinces y Puebloviejo.



*Ilustración 23:* Límites del cantón.

*Fuente:* (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### 2.6.3. Superficie y división política.

El cantón Ventanas tiene una superficie de 531,29 km<sup>2</sup>. Ocupa el 8,28% de la superficie provincial y el 13,7% de la superficie de la Mancomunidad de Municipalidades para el Manejo Sustentable del Humedal Abras de Mantequilla. El cantón ventanas esta dividido en 2 parroquias urbanas y tres parroquias rurales:

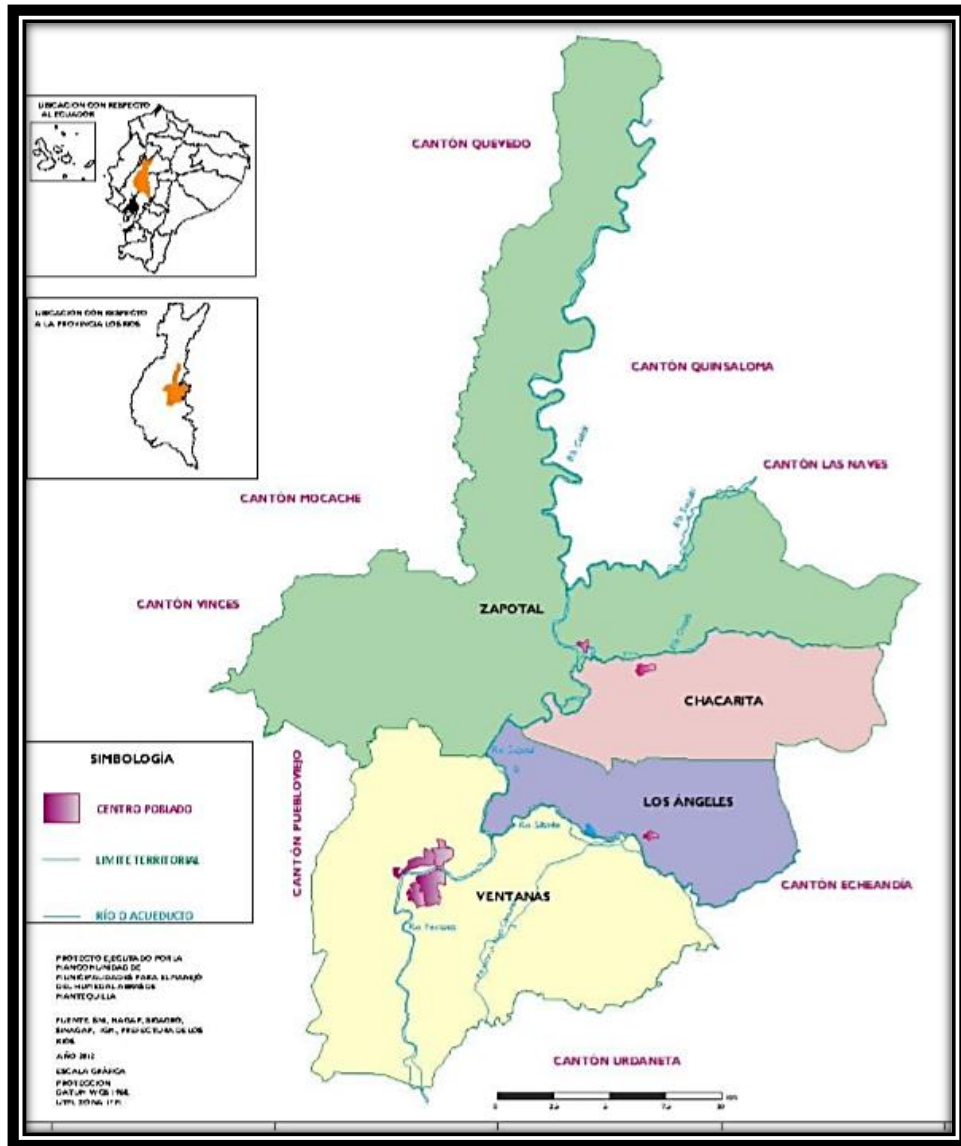
Ventanas.

10 de noviembre.

Zapotal.

Chacharita.

Los Ángeles.



*Ilustración24:* División Política del Cantón.

*Fuente:* (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

#### 2.6.4. Clima y Zona de Vida.

El territorio del cantón Ventanas tiene dos tipos de clima térmico lluvioso en un 63% del territorio que corresponde a 33.589,26 has y se ubica en la parte sur del cantón y tropical mega térmico semi húmedo en un 37% del territorio que corresponde a 19.730,92 has en la parte norte. (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### 2.6.5. Flora.

Entre las especies del cantón tenemos: Mango, Guaba, Pechiche, Moral, Fernán Sánchez, Aguacate, Naranja y Zapote De las especies forestales mencionadas anteriormente, sobre todo el Samán, Laurel, Pechiche, Moral, Fernán Sánchez, están desapareciendo porque son utilizadas en la construcción de casas, en la elaboración de muebles, etc. (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.)




Ilustración 25: Sembrío de maíz.

*Fuente:* (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### 2.6.6. Vialidad.

El principal eje vial de Ventanas es la carretera E25 o Troncal de la Costa.

**Tabla 3:** *Principal eje vial de Ventanas.*

Escudo	Número	Nombre	Ruta
	E25	Troncal de la Costa	Quevedo - Ventanas - Babahoyo

*Fuente:* (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

Otra vía de importancia es la carretera E494 o Colectora Ventanas-Guaranda.

**Tabla 4: Ventanas-Guaranda.**

<b>Escudo</b>	<b>Número</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ruta</b>
x35px	E494	Vía Colectora Ventanas-Guaranda	Ventanas - Echeandía - Guaranda

*Fuente:* (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### **2.6.7. Parámetros físicos del Cantón.**

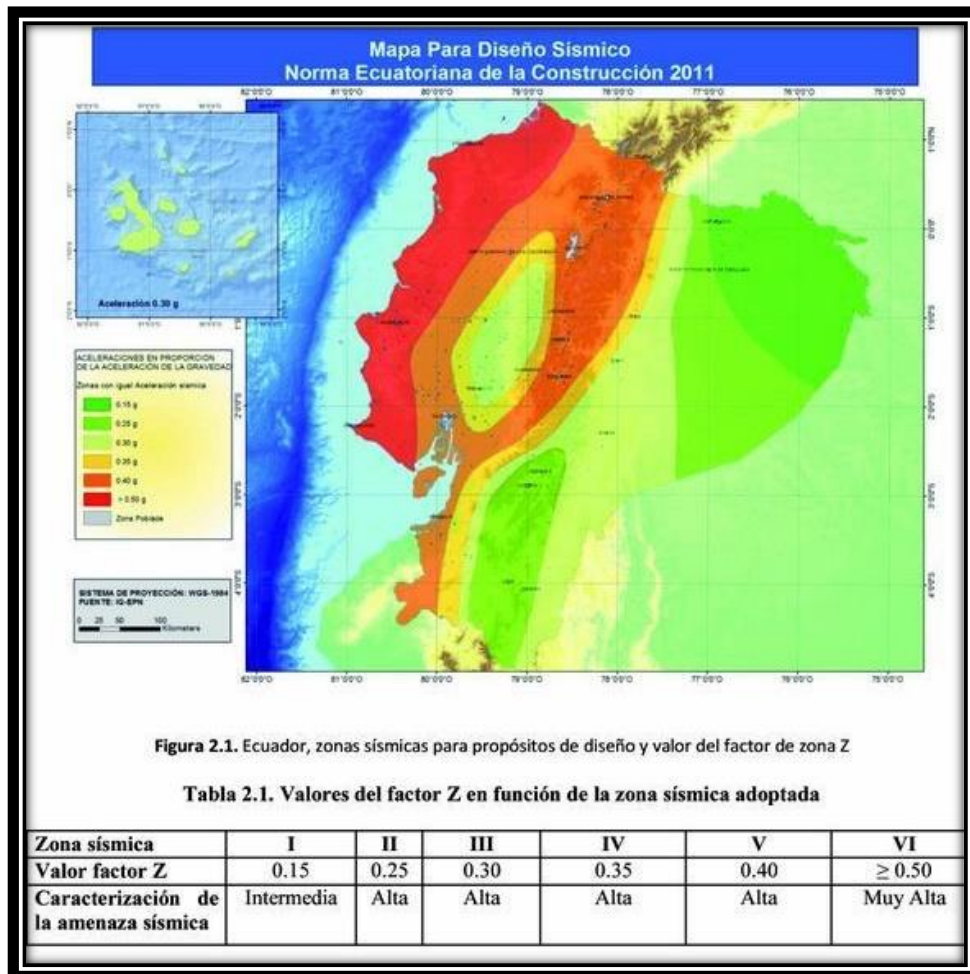
El rango altitudinal está entre los 10 y 1120 metros sobre el nivel del mar (msnm)4, la evaporación potencial tiene una variación de desde 1150mm a 1600mm, la humedad relativa tiene un promedio anual es de 88% y la tempura media es de 26,3 °C. (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### **2.6.8. Factor de zona sísmica Z.**

El riesgo sísmico resulta de la convolución del peligro sísmico, exposición geográfica y la vulnerabilidad o susceptibilidad al daño que tienen las edificaciones. El análisis de vulnerabilidad se realiza a través de funciones de vulnerabilidad o fragilidad, que relacionan probabilísticamente una medida de intensidad sísmica con una medida de daño en la edificación. En muchos casos las funciones de vulnerabilidad también incorporan las consecuencias del daño en términos de pérdidas humanas y materiales. (EDIFICACION, 2014)

El Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que, en los últimos 460 años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras como Riobamba e Ibarra, con la muerte de más de 60 000 personas (Yépez H. et al 1998). Escenarios sísmicos probables evaluados en Quito (EPN et al 1994), Guayaquil (Argudo J. et al, 1 999) y Cuenca (García E. et al 2 000), muestran un panorama muy poco alentador y la

necesidad urgente por emprender en programas para la mitigación del riesgo sísmico.  
(Cargas Sísmicas Diseños Sismo Resistente, 2014)



*Ilustración 26:* Factor zona sísmica.  
*Fuente:* (EDIFICACION, 2014).

### 2.6.9. Energía.

La cobertura actual del servicio de energía eléctrica llega al 78,09% de la población en Ventanas. (<http://ventanas.gob.ec>, s.f.).

### 2.6.10. Agua potable.

El censo de población y vivienda del año 2010 recoge información referente a la procedencia del agua para las viviendas de Ventanas, no hay detalles si el agua es potable; es decir, apta para el consumo humano. De acuerdo con esa fuente, el 43%

reciben el servicio de la red pública, el 45,4% se abastecen a través de pozos, el 9,3% se proveen de los ríos, acequias o canales y el 1% se proveen del carro repartidor. (<http://ventanas.gob.ec>, s.f.).

#### **2.6.11. Disponibilidad de teléfono con línea.**

En el cantón se encuentra una sucursal de la Corporación nacional de telecomunicaciones la cual brinda la cobertura telefónica a través de fibra óptica. (<http://ventanas.gob.ec>, s.f.).

#### **2.6.12. Educación.**

La Educación en el Ecuador está a cargo del Ministerio de Educación y Cultura, organismo que regula las políticas, que tiene controles intermedios provinciales que están conformado por las zonas y a través de ellas las coordinaciones; por lo tanto, la Alcaldía no tiene injerencia por no ser competencia del gobierno municipal. Educación infantil, primaria y secundaria: Se estima que hay unos 11 063 alumnos en educación básica y 1 542 en bachillerato. (<http://ventanas.gob.ec>, s.f.).

### **2.7. Marco Conceptual.**

#### **2.7.1. Tetrabrik.**

El Tetrabrik es el nombre comercial que se le da al envase de cartón producido por la empresa sueca Tetra Pak, el cual con el tiempo se ha convertido en el nombre genérico para designar a los envases que esta produce con un aproximado de 30 gramos de peso. ([www.tetrapak.com/es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com/es/Pages/tetra_pak.aspx), 2015).

#### **2.7.2. Composición.**

~ **Cartón:** Corresponde al 75% del empaque de Tetra Pak están hechos de cartón, lo que equivale a 22 gr de cartón de celulosa virgen del total de 30 g que es el peso total del empaque. Este 75% representa dos capas de cartón vegetal.



~ **Polímero:** una capa delgada de polímeros, o de plástico, que evita que entre o salga humedad, y esto representa el 20% del empaque.

~ **Aluminio:** Es una capa de aluminio ocho veces más delgada que un pelo humano y representa el 5% del envase. ([www.tetrapak.com/es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com/es/Pages/tetra_pak.aspx), 2015).

### **Función de las Capas.**

~ 6ª capa: polietileno evita el contacto del producto con las otras capas del envase.

~ 5ª capa: polietileno que optimiza la adhesión del aluminio.

~ 4ª capa: aluminio que actúa como barrera contra la luz y el oxígeno.

~ 3ª capa: polietileno que permite la adhesión entre el cartón y la capa de aluminio.

~ 2ª capa: cartón que le da forma, estabilidad y rigidez al envase. Sobre esta capa es donde se realiza la impresión del diseño gráfico de cada producto.

~ 1ª capa: polietileno que impermeabiliza el envase y protege los alimentos de la humedad externa. **Fuente:** ([www.tetrapak.com/es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com/es/Pages/tetra_pak.aspx), 2015).

### **2.7.3. Proceso de Reciclado.**

El tetrabrik es un muy complejo debido a su composición ocasionando que su reutilización no sea tan sencilla al momento de reciclar, por tanto, este envase tan útil para conservar alimentos y a la vez tan contradictorio por su contaminación con el entorno avanza sin medida. El reciclaje del tetrabrik empieza en el momento que lo separamos de los otros desechos luego existen dos formas de ser reciclado para luego ser transformados en otros usos. ([www.tetrapak.com/es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com/es/Pages/tetra_pak.aspx), 2015).

#### **2.7.3.1. Primera forma.**

Los empaques tetrabrik una vez recogidos de los centros de acopio como los centros educativos por ejemplo son trasladados a una planta de procesamiento e introducidos en un gran cilindro llamado un púlper o llamado también túrmix gigante, el cual se

trata de un enorme depósito, con forma de cilindro acostado, en el que los envases se mezclan con agua y son triturados por varias aspas giratorias. (ww.tetrapak.com./es/Pages/tetra\_pak.aspx, 2015).

Una vez obtenido la mezcla de los envases triturados en conjunto con el agua, empezamos por el plástico y el aluminio, el resultado de esta mezcla se introduce en un generador en el que se somete a pirolisis aplicando temperaturas de entre 400 y 500 grados y en ausencia de oxígeno, se transforma el plástico en gases como metano o butano, que alimentan las calderas de la fábrica, el objetivo de esta fase es separar las fibras de papel del plástico (polietileno) y el aluminio, además de eliminar granos de arena o pequeñas piedras que pueda haber entre la celulosa.

El proceso lleva entre 20 minutos y media hora. Como resultado se obtienen dos productos distintos: una papilla de agua y papel y los restos de plástico y aluminio cada uno seguirá vías distintas a partir de este resultado. El aluminio por su parte se convierte en macizos lingotes grisáceos, que sí venden a otras industrias. La fina lámina metálica que vemos en el tetrabrik termina convertida en todo tipo de maquinaria e incluso en instrumentos domésticos, como cacerolas o cafeteras etc.

En el caso del cartón obtenido producto de la pirolisis a la cual se la conoce como papilla y que en su primer momento está compuesta de 99% de agua y teniendo en cuenta que las hojas de cartón resultante tienen alrededor de un 6% de humedad habría mucho que secar, y para esto se utiliza una cadena de máquinas de 100 metros de longitud en el que se emplean decenas de rodillos para eliminar el agua y solo dejar la fibra de papel obtenida. (ww.tetrapak.com./es/Pages/tetra\_pak.aspx, 2015).

Para empezar, la pasta de papel y agua se coloca en una lámina sobre unas grandes planchas de unos tres metros de ancho, que van alimentando la cadena esto de forma continua, esta lámina es sometida a secado por presión (dos rodillos la aplastan para

escurrirla todo lo posible), por infrarrojos y por aire caliente, como si de un enorme secador de pelo se tratase.

Al final de la cadena, el resultado es una descomunal bobina de cartón blanco de 25 toneladas de peso, formada en un 80% por fibras extraídas de los tetra briks reciclado el cual luego es utilizado para fabricar cajas de galletas, cereales o cualquier otro envase alimentario fabricado en cartón. ([www.tetrapak.com./es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com./es/Pages/tetra_pak.aspx), 2015).



Ilustración 27: Reciclaje del tetrabrik.

Fuente: (Empresa Tetra Pak, 2015)

### 2.7.3.2. Segunda Forma.

Otra manera de reciclarlos es triturar los tetrabriks y extender el granulado sobre una plancha, donde se calienta y se prensa. Esta operación hace que el polietileno se funda y se active como un adhesivo que aglutina a los tres componentes. El resultado es una lámina compacta similar a las tablas de conglomerado de madera.

**Fuente:** (ww.tetrapak.com./es/Pages/tetra\_pak.aspx, 2015).



Ilustración 28: Reciclaje del tetrabrik 2.

**Fuente:** (Empresa Tetra-Pak, 2016)

### 2.7.4. Aserrín.

#### 2.7.4.1. Composición

El aserrín de madera se compone principalmente de fibras de celulosa unidas con lignina. Según análisis, su composición media es de un 50% de carbono (C), un 42%

de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y un 2% de nitrógeno (N) asociado a otros elementos, el poder calorífico del aserrín depende de la densidad, lignina y contenidos extractivos de la madera. el valor calorífico del serrín de madera blanda será superior al del de la madera dura debido a su mayor porcentaje de lignina. Fuente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.).

#### **2.7.5. Producción.**

En general, puede afirmarse que de un árbol corriente, se obtienen menos de las dos terceras partes para su ulterior elaboración, mientras el tercio restante o se queda abandonado, se quema o lo recogen como leña después de la elaboración, sólo un 28 por ciento del árbol se convierte en madera aserrada, quedándose el resto en. **Fuente:** (Martín, 2016).

#### **2.7.6. Corte de la madera.**

La madera se cierra por corte o desgarre de sus fibras mediante la acción continua de una serie de dientes uniformemente separados e inclinados en dos direcciones, uno a continuación de otro, destinados a moverse en planos de trabajos. La acción de los dientes cortantes produce un canal de anchura uniforme en toda la pieza, en lo que se desgarren y extraen los trozos de fibra o aserrín. Este residuo puede llegar a representar hasta el 15% de la producción total de madera.

#### **2.7.7. Usos del aserrín**

El aserrín puede ser destinado para los diferentes usos como, por ejemplo:

- **En la agricultura:**

Como material de relleno.

Para camas de animales en galpones o criaderos de aves, ganado, cerdos, etc.

Como ayuda para el cultivo de plantas, utilizándolo en bajas proporciones.

Como sustrato para abono orgánico.

Como material de conservación de la humedad del suelo en plantaciones.

Como material para recuperar suelos degradados.



*Ilustración 29: Aserrín en la agricultura.*

**Fuente:** (Martín, 2016)

- **En la industria:**

- Como combustible para estufas, cocinas, calderas para obtener vapor o calentar hornos de secamiento.
- Para la producción de carbón activado.
- Para pirolisis y gasificación.
- Como ayuda para procesos de filtración de líquidos y limpieza de suelo.
- Para fabricación de ladrillos, briquetas, pellets, tableros aglomerados, pulpas, fertilizantes, etc. Como materia prima para obtención de papel.
- Como material aislante, adsorbente y de limpieza, para embalar paquetes.

- **En la construcción:**

Para producir materiales diversos de construcción como masilla, aglomerados, etc.

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.).

### 2.7.8. Características y propiedades del aserrín.

El aserrín llega a representar aproximadamente el 15% del volumen de madera.

**Tabla 5: Características y propiedades del aserrín**

Parámetro	Aserrín de madera
Forma	Son partículas más o menos gruesas de forma variada e irregular
Tamaño	Su tamaño es distinto, teniendo mayormente particular menores a 3mm.
Aspecto	La superficie es rugosa. Su color depende de la especie maderera de la cual procede, usualmente blanco, crema, amarillo o rojizo.
Densidad aparente	250 kg/m <sup>3</sup>
Análisis ultimo (aproximado)bh	Carbono: 29,59% Hidrógeno: 4,14% Oxígeno: 42,50% Nitrógeno: 0,12%
Análisis inmediato (aproximado)bh	Humedad: 23% Ceniza: 0,65% Materiales volátiles: 56% Carbono fijo: 20,35%
Poder calorífico (en base al análisis ultimo)	Humedad: 23% Ceniza: 0,65% Materiales volátiles: 56% Carbono fijo: 20,35%

**Fuente:** (Martín, 2016).

### **2.7.9. Reciclaje**

Es el proceso mediante el cual se extrae materiales del flujo de residuos y se reutilizan. El reciclaje generalmente incluye: recolección, separación, procesamiento, comercialización y creación de un nuevo producto o material a partir de productos o materiales usados, este proceso incluye el reciclar de materiales procedentes de los residuos urbanos o industriales, a menudo realizado mediante la separación por parte de los propios individuos o en instalaciones especialmente diseñadas para la recuperación de materiales (IRM) reciclaje industrial, dentro de la propia planta, y reciclaje realizado por establecimientos comerciales. (Lund, 1994, pág. 101).

### **2.7.10. Procesos de reciclaje del aserrín**

El reciclaje del aserrín es uno de los más limpios y económicos según datos proporcionados por la empresa española RECYTRANS Soluciones Ambientales para el Reciclaje de todos los tipos de materiales. Sin necesidad de dar ningún tratamiento previo, todo el proceso está formado por medio físicos y maquinaria. El aserrín que puede ser reciclado proviene principalmente de las industrias y, en menor medida, de otros sectores industriales que desechan residuos de madera tales como pallets (rotos o no), bobinas de madera, mobiliario, madera aglomerada, cajas, recortes, poda, de los ecoparques la mayor parte de los residuos suelen venir de muebles rotos. Los pasos para realizar el reciclaje del aserrín son los siguientes:

- **Primer paso:** tenemos la llegada del aserrín al centro de acopio, una vez que llega el desecho del aserrín lo primero que se hace es un control: se anota el peso y la procedencia de este.

- **Segundo paso:** se procede con una inspección ocular, para determinar el tipo de material y residuos con el cual puede estar mezclado entre ellos tenemos: plástico, cartón, metales, los cuales hay que separar y gestionar de manera independiente.



- **Tercero paso:** al material depurado y seleccionado se lo lleva al secado para eliminar el grado de humedad que este pudiere contener.

- **Cuarto paso:** se le realiza un proceso de trituración con la finalidad de obtener un producto limpio y uniforme para luego ser transformado en aglomerado.

## **2.8. Marco Legal**

### **2.8.1. Criterios técnicos normados para los tableros de aglomerado en Ecuador.**

Para proceder con la elaboración de un tablero aglomerado en Ecuador debe ser basado en las siguientes normas:

- La norma INEN 355 establece como objetivo el procedimiento para medir el espesor, longitud y ancho de los tableros de madera contrachapada.

- Norma INEN 342 establece requisitos que deben cumplir las chapas de madera empleadas en la fabricación de enchapes y caras de tableros contrachapados para efectos de certificación.

- Norma INEN 900 establece los requisitos mínimos que deben cumplir los tableros contrachapados para efectos de certificación. Teniendo como definición que el tablero contrachapado es un producto constituido por tres o más chapas de madera únicos con coladas corrientemente de forma que las fibras formen un ángulo recto de 90° Pon las fibras contiguas para lograr una constitución equilibrada.

- Norma INEN 895 esta norma establece el método para medir el largo, ancho y espesor de las piezas de ensayo de los tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF).

- Norma INEN 897 esta norma establece el método para determinar la densidad aparente en madera aglomerado y contrachapada.

## **2.8.2. Normas Ambientales.**

### **Capítulo II Gestión Integral de Residuos Y Desechos Sólidos no Peligrosos.**

Art. 228.- De la política para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos. La gestión de los residuos sólidos no peligrosos, en todos los niveles y formas de gobierno, estará alineada a la política nacional dictada por la Autoridad Ambiental Nacional y demás instrumentos técnicos y de gestión que se definan para el efecto.

Art. 229.- Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases. Las fases de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 230.- De la infraestructura. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos proveerán de la infraestructura técnica de acuerdo con la implementación de modelos de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, de conformidad con los lineamientos y normas técnicas que se dicten para el efecto.

Art. 231.- Obligaciones y responsabilidades. Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados:

1. La Autoridad Ambiental Nacional como ente rector que dictará políticas y lineamientos para la gestión integral de residuos sólidos en el país y elaborará el respectivo plan nacional. Asimismo, se encargará de la regulación y control;

2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto, están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo con el principio de

jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías. Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de estos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley. Asimismo, serán responsables por el desempeño de las personas contratadas por ellos, para efectuar la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios, en cualquiera de sus fases.

3. Los generadores de residuos, en base al principio de jerarquización, priorizarán la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos no peligrosos, así como el adecuado manejo que incluye la separación, clasificación, reciclaje y almacenamiento temporal; en base a los lineamientos establecidos en la política nacional y normas técnicas. 4. Los gestores de residuos no peligrosos que prestan el servicio para su gestión en cualquiera de sus fases, serán responsables del correcto manejo, para lo cual deberán enmarcar sus acciones en los parámetros que defina la política nacional en el cuidado ambiental y de la salud pública, procurando maximizar el aprovechamiento de materiales. Art. 232.- Del reciclaje inclusivo. La Autoridad Ambiental Nacional o los Gobiernos Autónomos Descentralizados, según su competencia, promoverán la formalización, asociación, fortalecimiento y capacitación de los recicladores a nivel nacional y local, cuya participación se enmarca en la gestión.

**Código Orgánico del Ambiente Fuente:** Página 62 LEXIS FINDER - [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec) integral de residuos como una estrategia para el desarrollo social, técnico y económico. Se apoyará la asociación de los recicladores como negocios

inclusivos, especialmente de los grupos de la economía popular y solidaria. Art. 233.- Aplicación de la Responsabilidad extendida Productor sobre la gestión de residuos y desechos no peligrosos, peligrosos y especiales.

Los productores tienen la responsabilidad de la gestión del producto en todo el ciclo de vida de este. Esta responsabilidad incluye los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción y el uso del producto, así como lo relativo al tratamiento o disposición final del mismo cuando se convierte en residuo o desecho luego de su vida útil o por otras circunstancias.

La Autoridad Ambiental Nacional, a través de la normativa técnica correspondiente, determinará los productos sujetos a REP, las metas y los lineamientos para la presentación del programa de gestión integral (PGI) de los residuos y desechos originados a partir del uso o consumo de los productos regulados. Estos programas serán aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional, quien realizará la regulación y control de la aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor. Art. 234.- De los movimientos transfronterizos de residuos sólidos no peligrosos.

Todo movimiento transfronterizo de residuos sólidos no peligrosos sea por importación, exportación o tránsito, incluyendo lo relacionado a tráfico ilícito de los mismos, será regulado por la normativa ambiental específica que dicte la Autoridad Ambiental Nacional. **Fuente:** (AMBIENTE, 2017).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación.

El enfoque de la investigación es la forma en la que el investigador se aproxima al objeto de estudio. Es la perspectiva desde la cual aborda el tema, que variará dependiendo del tipo de resultados que espera encontrar. En cualquiera de los casos, el método científico está presente. Se hace el planteamiento del problema, se busca el sustento teórico del asunto, se experimenta o indaga y se reportan las conclusiones.

#### 3.2. Tipos de investigación.

- **Investigación pura o teórica:** Este tipo de investigación tiene como principal objetivo la obtención de conocimientos de diferente índole, sin tener en cuenta la aplicabilidad de los conocimientos obtenidos. Gracias al cuerpo de conocimientos extraídos de ella pueden establecerse otro tipo de investigaciones, o no. ( Metodología de la Investigación (5ª Ed.). ).

- **Investigación aplicada:** Se trata de un tipo de investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, como curar una enfermedad o conseguir un elemento o bien que pueda ser de utilidad.

- **Investigación exploratoria:** Este tipo de investigación se centra en analizar e investigar aspectos concretos de la realidad que aún no han sido analizados en profundidad. Básicamente se trata de una exploración o primer acercamiento que permite que investigaciones posteriores puedan dirigirse a un análisis de la temática tratada.

- **Descriptiva:** El objetivo de este tipo de investigación es únicamente establecer una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar ni causas ni consecuencias de éste. Mide las características y observa la configuración y los procesos que componen los fenómenos, sin pararse a valorarlos.

- **Explicativa:** Se trata de uno de los tipos de investigación más frecuentes y en los que la ciencia se centra. Es el tipo de investigación que se utiliza con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. Se busca no solo el qué sino el porqué de las cosas, y cómo han llegado al estado en cuestión.

- **Cualitativa:** Se entiende por investigación cualitativa aquella que se basa en la obtención de datos en principio no cuantificables, basados en la observación. Aunque ofrece mucha información, los datos obtenidos son subjetivos y poco controlables y no permiten una explicación clara de los fenómenos.

- **Cuantitativa:** La investigación cuantitativa se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis. Los resultados de estas investigaciones se basan en la estadística y son generalizables.

- **Investigación experimental:** Se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de manera que se presupone que la muestra de la cual se obtienen es representativa de la realidad.

- **Cuasiexperimental:** La investigación cuasiexperimental se asemeja a la experimental en el hecho de que se pretende manipular una o varias variables

concretas, con la diferencia de que no se posee un control total sobre todas las variables.

- **No experimental:** Se basa fundamentalmente en la observación. En ella las diferentes variables que forman parte de una situación o suceso determinados no son controladas.

- **De método deductivo:** Este tipo de investigación se basa en el estudio de la realidad y la búsqueda de verificación o falsación de unas premisas básicas a comprobar. A partir de la ley general se considera que ocurrirá en una situación particular.

- **De método inductivo:** La investigación llevada a cabo según el método inductivo se basa en la obtención de conclusiones a partir de la observación de hechos. La observación y análisis permiten extraer conclusiones más o menos verdaderas, pero no permite establecer generalizaciones o predicciones.

### 3.3. Técnica e instrumentos.

Las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas.



Ilustración 30: Técnicas de investigación.

Fuente: ( Editorial Académica Española, 2016)

De acuerdo con los tipos de investigación según las definiciones obtenidas, la investigación es de tipo experimental ya que esta formulada con la finalidad de hallar un nuevo material a partir de desechos como lo es el tetrabrik y el aserrín como fuente de recursos renovables para la producción, los cuales provocan una mesurada contaminación al ecosistema, y a partir de este poder brindar una solución al déficit habitacional de vivienda en el cantón Ventanas.

El enfoque de la investiga es gestionar a través de material residual como el envase tetrabrik, porque por su composición este no puede ser usado nuevamente para envasar alimentos, y el aserrín producto de la madera. Sirvan como materia prima y principal fuente de materia prima, para la elaboración de un panel multiuso, que tenga como finalidad alguna factibilidad para la construcción de vivienda, de interés social.

Las técnicas de investigación son procedimientos metodológicos y sistemáticos que implementan los métodos de investigación para un buen planteamiento de la problemática y tienen como finalidad recoger la información de manera inmediata, estas son indispensable en un proceso de estructura de la investigación. En el caso de esta investigación se usará la técnica de investigación de campo debido a que permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

El método inductivo será el que se empleara para esta investigación debido al razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos para llegar a conclusión ya aplicación sea de carácter general, este se inicia con estudios individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes fundamentos o principios de una teoría.

En el estudio del proyecto de investigación se utilizará el método inductivo, ya que parte desde la determinación de una muestra para ser reflejada el total de la población



del cantón Ventanas para así determinar las características estrategias variables y aceptación del material.

### **3.4. Metodología.**

Metodología es un vocablo generado a partir de tres palabras de origen griego: *metà* (“más allá”), *odòs* (“camino”) y *logos* (“estudio”). El concepto hace referencia al plan de investigación que permite cumplir ciertos objetivos en el marco de una ciencia, la metodología funciona como el soporte conceptual que rige la manera en que aplicamos los procedimientos en una investigación. (Edición ABC, s.f.).

La metodología de la investigación es una disciplina de conocimiento encargada de elaborar, definir y sistematizar el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que se deben seguir durante el desarrollo de un proceso de investigación para la producción de conocimiento. Orienta la manera en que vamos a enfocar una investigación y la forma en que vamos a recolectar, analizar y clasificar los datos, con el objetivo de que nuestros resultados tengan validez y pertinencia, y cumplan con los estándares de exigencia científica. La metodología de la investigación, en este sentido, es también la parte de un proyecto de investigación donde se exponen y describen razonadamente los criterios adoptados en la elección de la metodología, sea esta cuantitativa o cualitativa. (Edición ABC, s.f.).

#### **3.3.1. Metodología cualitativa.**

La metodología cualitativa es aquella empleada para abordar una investigación dentro del campo de las ciencias sociales y humanísticas. Como tal, se enfoca en todos aquellos aspectos que no pueden ser cuantificados, es decir, sus resultados no son trasladables a las matemáticas, de modo que se trata de un procedimiento más bien interpretativo, subjetivo. (Edición ABC, s.f.).

### 3.3.2. Metodología cuantitativa.

Su método de razonamiento es inductivo: va de lo particular a lo universal. En su caso, se accede a los datos para su análisis e interpretación a través de la observación directa, las entrevistas o los documentos. (Edición ABC, s.f.)

### 3.3.3. Metodología del aprendizaje.

La metodología del aprendizaje es una disciplina que comprende una serie de técnicas, métodos y estrategias que, implementadas sistemáticamente, contribuyen a optimizar la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades. Factores como la organización del tiempo (horarios de estudio), el acondicionamiento del lugar de estudio, la concentración, la comprensión, el interés, la memoria, la claridad de pensamiento, la toma de notas, los buenos hábitos de lectura, el repaso y la preparación para un examen, son todos aspectos que al aplicarse con rigor metodológico mejoran las capacidades de aprendizaje y rendimiento escolar. En resumidas cuentas, es el arte de aprender a aprender. (Edición ABC, s.f.).

## 3.5. Población.

### 3.5.1. Datos poblacionales de Ventanas.

En Cantón Ventanas tiene una población Su población es de 66. 6 mil habitantes, es la cuarta ciudad más poblada de la provincia de Los Ríos y la trigésimo sexta ciudad más poblada de Ecuador.

**Tabla 6:** *Grafica de la proyección demográfica de Ventanas entre 2010 y 2020*

Evolución demográfica de Ventanas										
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
66600	67,307	68,051	68,5	68,96	69,414	69,878	69,24	70,824	71,305	71,792

**Fuente:** (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

De acuerdo con los datos del censo INEC 2010, Ventanas presenta una población total de 66,600 habitantes, de los mismos 32767 son mujeres y 33833 son hombres. De acuerdo con el INEC en 2010 la población de Ventanas se distribuía de la siguiente forma:

**Tabla 7: Población de Ventanas por sexo**

	2010		
Ciudad	Mujeres	Varones	Total
Ventanas	32767	33833	66600

*Fuente:* (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

### **3.5. Universo y Muestra.**

#### **3.5.1. Localización**

La recopilación de los datos de la investigación se llevó a cabo en el Cantón Ventanas Provincia de los Ríos, con una demográfica de 66600 habitantes de dicha población según el distrito.

#### **3.5.2. Muestreo Probalístico. Calculo del tamaño de la muestra.**

El universo de la investigación es la una población de 38229 habitantes que corresponden al 57,4% de la población total del cantón Ventanas y conforman las dos parroquias urbanas, 10 de noviembre y Ventanas, de los cuales mediante un muestreo probalístico se procederá a determinar la cantidad de muestras a realizar para continuar con la investigación.

#### **3.5.3. Tipo de muestreo**

El método empleado para la recopilación de la información emplearemos el muestreo probalístico, complementando con muestra, de esta manera se identificará y posteriormente se analizará de los factores los factores críticos relacionados con los

resultados a obtener. El muestreo es aleatorio simple, sujetándose a técnicas sencillas pero rigurosas, puesto que una muestra mal tomada proporcionara una información errónea al interpretar los resultados.

### 3.5.4. Calculo del tamaño de la muestra.

En base a la ecuación

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N-1) + z^2 * p * q}$$

N= tamaño de la muestra

P= probabilidad a favor

Q= probabilidad en contra

Z= nivel de confianza 95%=1,96

E= error a considerar en la muestra

#### Datos experimentales.

Datos experimentales muestreo probalístico.				
Z	p	q	N	e
95% = 1,96	0,5	0,5	38229	5% = 0,05

$$n = \frac{(1,96)^2(0,5)(0,5)(38229)}{(0,05)^2(38229-1)+(1,96)^2(0,5)(0,5)}$$

n=385 muestras a realizar.

Del resultado obtenido del cual que corresponde a las 385 muestras a tomar realizaremos una subdivisión de la siguiente forma: del 100% de las muestras el 30% de estas se realizaran en establecimientos educativos, es decir el 30% de establecimientos educativos del cantón Ventanas los cuales ascienden a 35 unidades educativas en total y hacen un global de 12605 estudiantes comprendidos entre guarderías, escuelas y colegios fiscales y particulares.

Según fuentes del distrito de educación 11063 corresponden a guarderías y educación básica y 1542 alumnos que cursan el bachillerato, de esta forma se tomara la información de 11 establecimientos puesto que las unidades educativas estatales son las principales consumidoras de envases de tetrabrik debido al Programa de Alimentación Escolar (PAE) impulsado por el ministerio de impulsado por el Ministerio de Educación. También se tomará un 25% de muestras en base a los negocios, comerciales, tiendas, etc. y el 45% restantes de las muestras corresponderán a 155 familias divididas entre la parroquia 10 de noviembre y Ventanas.

### 3.6. ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE VENTANAS

1° ¿Conoce usted los envases tetrabrik (Tetrapak) en presentación de jugos leches o yogurt?

Tabla 8: Conocimiento de los envases tetrabrik

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Jugos	98	45%
Leches	90	40%
Otros	29	15%
<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada

Elaboración: Luz Dominga Caicedo Quintero.

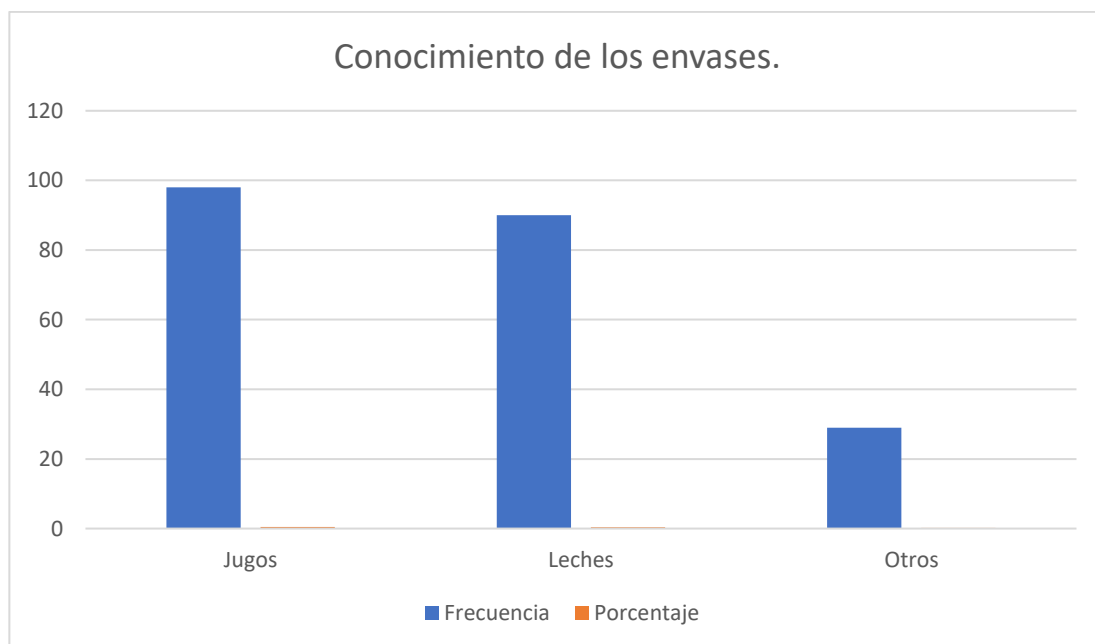


Ilustración 31: Conocimiento y presentación de los envases tetrabrik

Fuente: Encuesta realizada

Elaboración: Luz Dominga Caicedo Quintero.

#### Análisis.

En la presente tabla se obtiene un 45% de conocimiento a través de jugos, un 40% por leches y 15% por medio de otros envases.

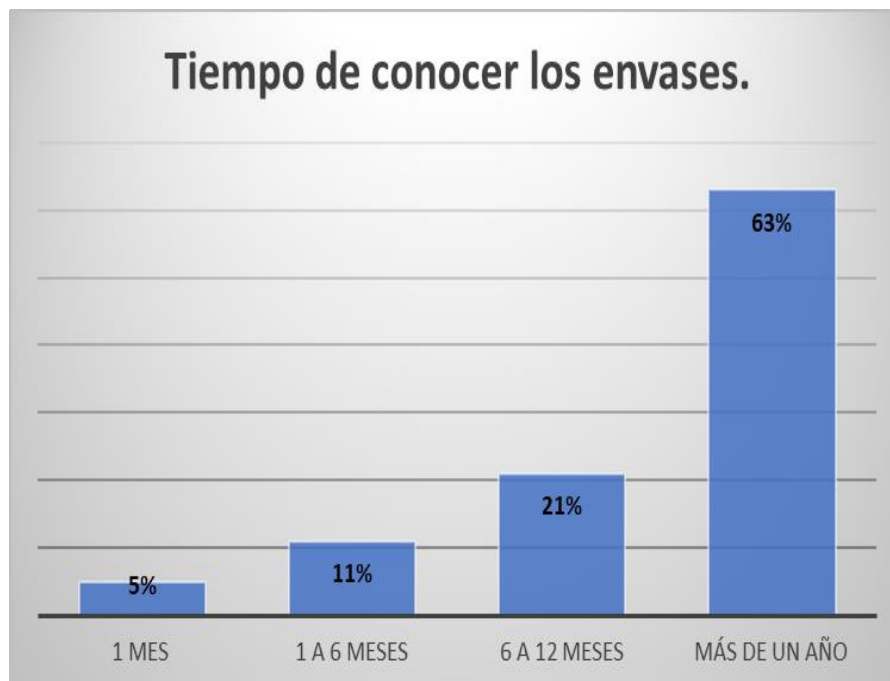
**2.- ¿Consume productos envasados en Tetra Pak (jugos, leches, yogurt, etc.)?**

**Tabla 9: Consumo de productos envasados en tetrabrik.**

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 mes	12	5%
1 a 6 meses	24	11%
6 a 12 meses	45	21%
Más de un año	136	63%
TOTAL	217	100%

*Fuente:* Encuesta realizada

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 32: Tiempo de Conocer Los Envases Tetrabrik*

*Fuente:* Encuesta realizada.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

**Análisis.**

Con respecto al tiempo de consumo de los tetrabriks, el 63% de la población conoce más de un año este producto, el 21% tiene entre seis y doce meses de conocerlos, mientras el 11% está entre uno y seis meses de conocerlos, y el 5% de la muestra tomada tiene un mes de cocerlos.

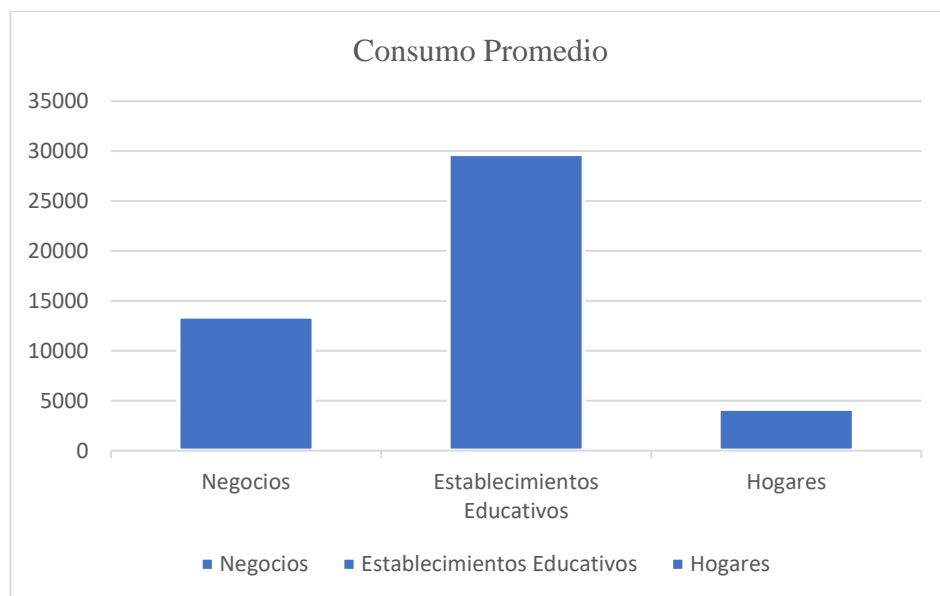
**3.- ¿Si su respuesta anterior es afirmativa (consumo de Tetrapak) favor indique la cantidad promedio que consume o expende mensual?**

**Tabla 10: Consumo y expendio de productos tetrabrik mensual.**

Negocios	Establecimientos Educativos	Hogares
7105	29700	6532
UN	UN	UN

**Fuente:** Encuesta realizada

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



**Ilustración 33:** Consumo y expendio de productos tetrabrik mensual.

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

### **Análisis.**

En cuanto al consumo tenemos que la mayor cantidad la mayor cantidad de tetrabrik según las muestras se dan en los establecimientos educativos productos del programa Aliméntate Ecuador, los negocios tienen un abastecimiento y venta muy a la par con el consumo producido por las familias.



4.- ¿Estaría usted de acuerdo en apoyar campañas de reciclaje de los envases Tetra Pak a través de volantes, radio, periódicos, mingas escolares, redes sociales y televisión?

Tabla 11: Campañas de Reciclaje de tetrabrik.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Volantes	32	15%
Periodicos	21	10%
Mingas Escolares	59	27%
Redes Sociales	75	35%
Television	12	6%
Radio	18	8%
<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta realizada

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

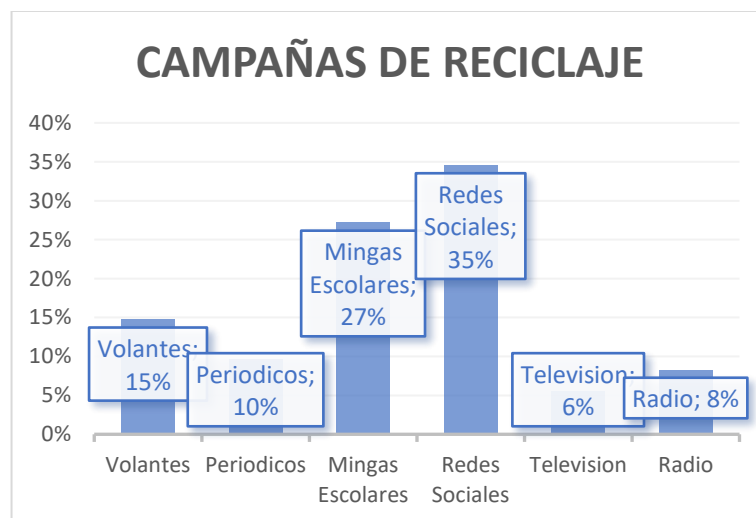


Ilustración 34: Campañas de reciclaje de tetrabrik

*Fuente:* Encuesta realizada.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

### Análisis.

Según la encuesta realizada se tiene colaboración para realizar campañas a través de volantes, mingas escolares, periódicos, redes sociales, televisión y radio.

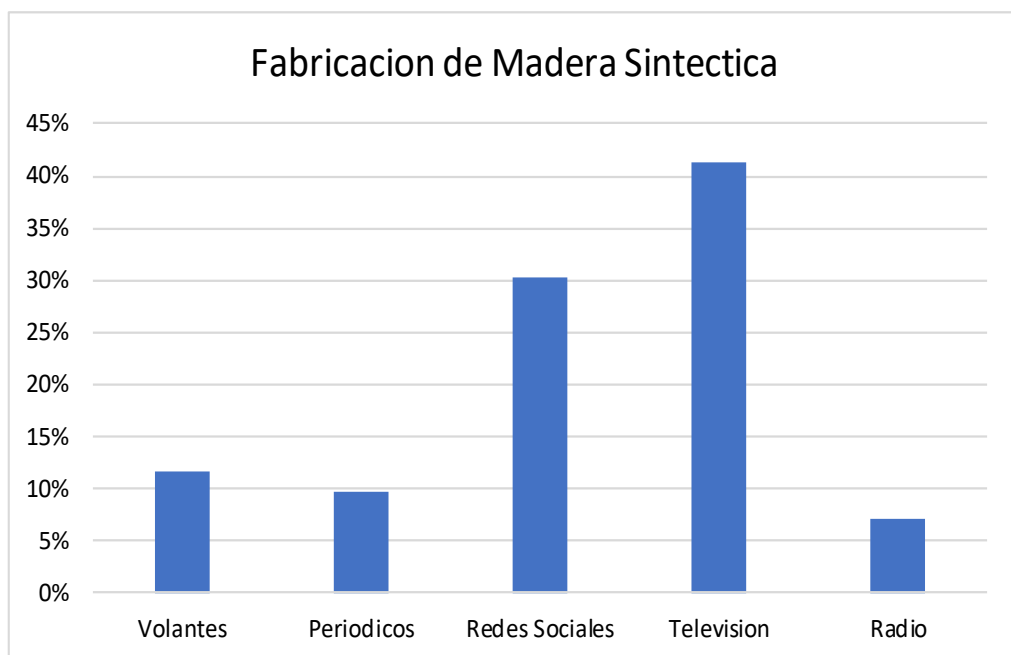
**6.- ¿Sabe usted que se puede fabricar Madera Sintética a través del reciclado de los envases Tetra Pak y a través de que medio lo conoce?**

**Tabla 12: Fabricación de Madera Sintética con material reciclado**

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Volantes	25	12%
Periodicos	21	10%
Redes Sociales	65	30%
Television	89	41%
Radio	15	7%
<b>TOTAL</b>	<b>215</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta realizada

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 35: Fabricación de Madera Sintética con material reciclado*

*Fuente:* Encuesta realizada.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

**Análisis.**

El 100% de la población no tiene conocimiento que se puede fabricar madera sintética usando como base el tetrabrik ya que lo han visto por varios tipos de medio de comunicación.

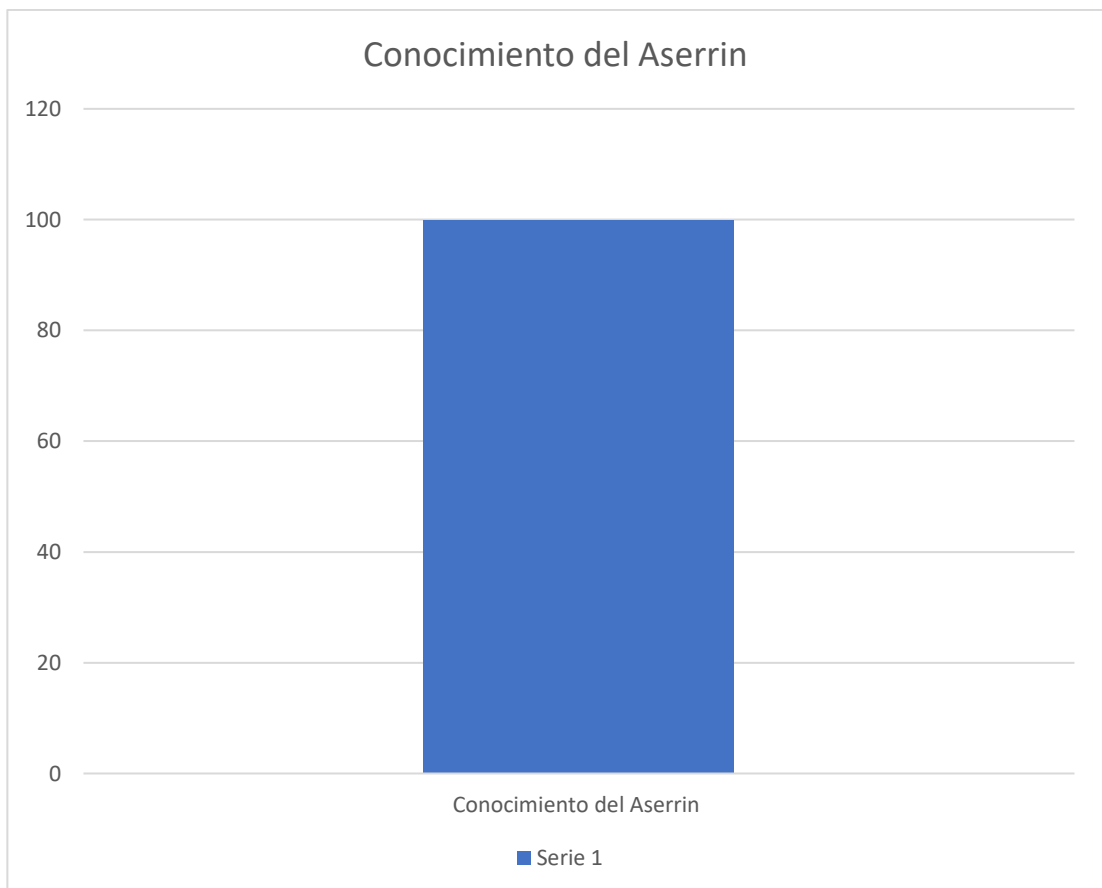
## 7.- ¿Conoce usted al derivado de la madera ósea aserrín?

*Tabla 13:* Conocimiento del Aserrin.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	217	100%

*Fuente:* Encuesta realizada

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 36:* Conocimiento del aserrín de madera.

*Fuente:* Encuesta realizada.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

### **Interpretación.**

El 100 de la muestra tomada tiene conocimiento de que es el aserrín y sus usos.

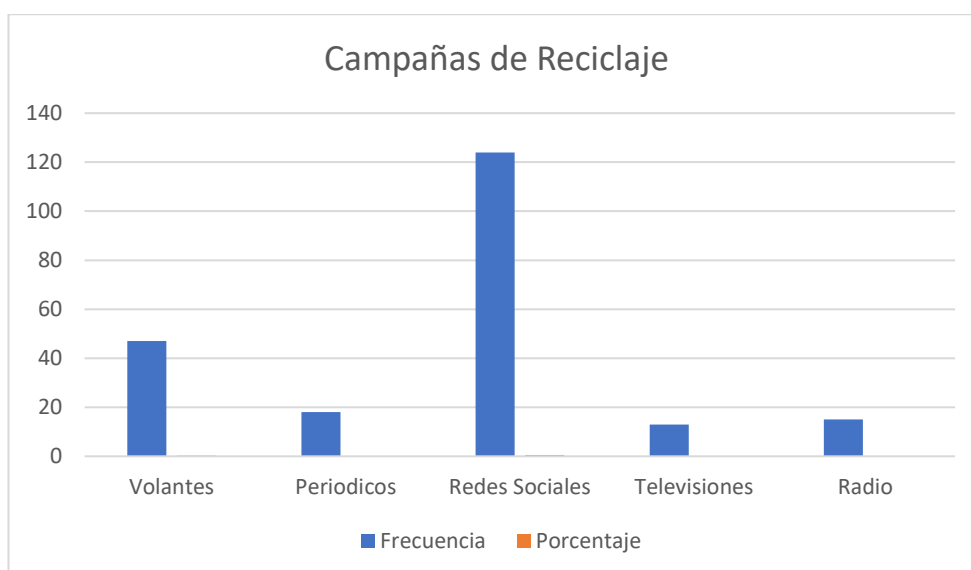
**8.- ¿Estaría usted de acuerdo en apoyar campañas de reciclaje de aserrín a través de volantes, radio, periódicos, redes sociales y televisión?**

**Tabla 14:** Campañas de reciclaje de aserrín.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Volantes	47	22%
Periodicos	18	8%
Redes Sociales	124	57%
Television	13	6%
Radio	15	7%
<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta realizada

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 37:* Campaña de reciclaje del aserrín.

*Fuente:* Encuesta realizada.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

**Análisis.**

El 100% de familias están dispuestos a colaborar con el reciclaje del aserrín al igual que los negocios y las unidades educativas, están dispuestos a prestar ayuda colaborando con las campañas de reciclaje por medio de volantes, radio, periódicos, redes sociales y televisión. De la misma forma existe un porcentaje mínimo que no desea colaborar en el reciclaje.

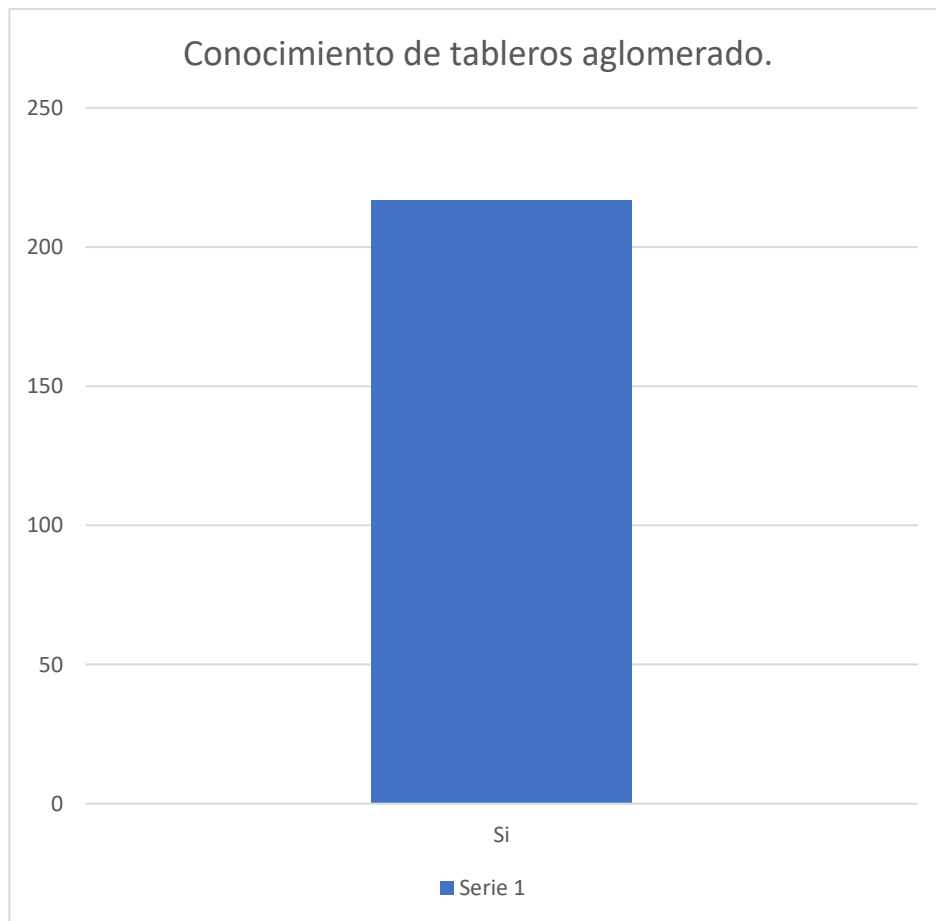
### 9.- ¿Conoce los tableros aglomerados hechos con aserrín reciclado?

**Tabla 15:** Conocimiento de tableros de aglomerado.

Respuesta	
<b>Si</b>	217
<b>No</b>	-
<b>Tal vez</b>	-
<b>TOTAL</b>	217

**Fuente:** Encuesta realizada

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



**Ilustración 38:** Conocimiento material reciclado.

**Fuente:** Encuesta realizada.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

### **Interpretación.**

Toda la población conoce los tableros hechos a base de aserrín reciclado.

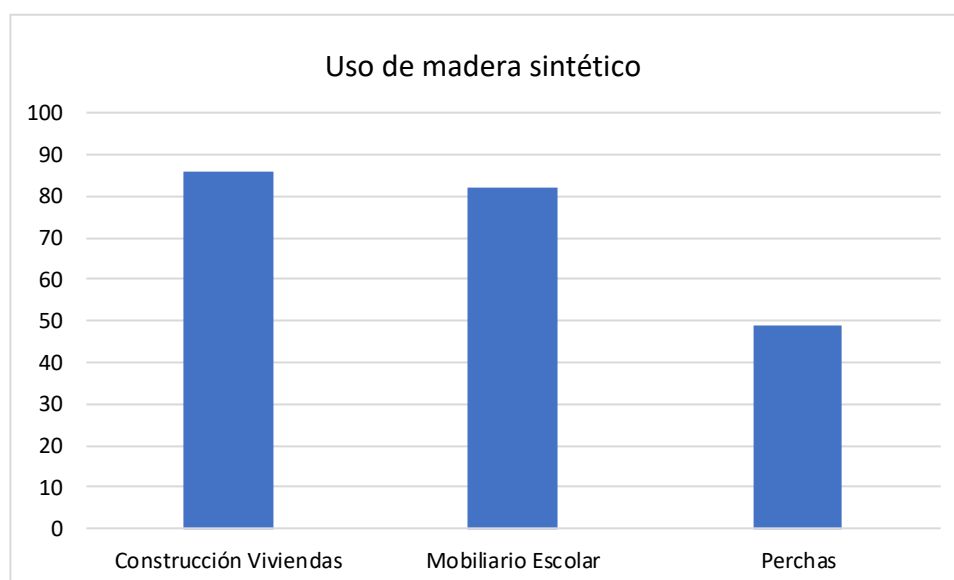
**10.- ¿Esta UD. de acuerdo en utilizar de Madera Sintética, de buena calidad para construir sus viviendas o para otro uso como mobiliario escolar o perchas?**

**Tabla 16:** Uso de madera sintáctica para la construcción.

Construcción Viviendas	Mobiliario Escolar	Perchas
<b>86</b>	83	7

*Fuente:* Encuesta realizada

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 39:* Uso de madera sintáctica en la construcción.

*Fuente:* Encuesta realizada.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

**Interpretación.**

El porcentaje que acepta la compra de madera sintética cree que debe ser empleada en la fabricación de mobiliario escolar como es caso de las unidades educativas quienes indican que sería una opción factible, en el caso de los negocios dan como sugerencia el uso de madera sintáctica en la elaboración de perchas para productos secos y divisiones de oficinas, por su parte las familias encuestadas quienes aún prefieren el sistema de construcción tradicional aceptan la madera sintética como división de ambientes interiores y construcción de anaqueles closet dentro de una vivienda.

## CAPÍTULO IV

### PROPUESTA

Para la elaboración de la propuesta se tomó como guía principal las normas INEC, ISO, ASTM para madera sintética, aglomerada y contrachapada.

#### **4.1. Materiales Y Herramientas para utilizarse.**

- Aserrín
- Tetrabriks
- Guantes
- Blancola
- Resina de vinil acrílica transparente
- Resiflex
- Masilla elastómera
- Masilla para madera
- Carbón
- Licuadora
- Recipiente de 2kg
- Bandeja
- Espátulas
- Manteca vegetal
- Papel aluminio
- Agua
- Cemento
- Molde de 25x33
- Tijera
- Detergente

4.2. Tabla 17: Cronograma de actividades.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EJECUCION DEL PROYECTO										
ACTIVIDADES	19-22 Junio	27-29 Junio	7-8 Julio	15-24 Julio	13-15 Agos	21-22 Agos	28-29 Agos	30-31 Agos	1-11 septie mbre	1-11 SEMI 10
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
RECOLECCIÓN DEL TETRABRIK COLEGIO SEIS DE OBTUBRE										
RECOLECCIÓN DE ASERRIN 'ASERRIO VIA QUEVEDO'										
COMPRA DE DIFERENTE TIPO DE MATERIALES PARA ELABORACIÓN DE PROTÓTIPO										
LIMPIEZA DE LOS ENVASES TETRABRIK										
ELABORACIÓN DEL PRIMER PROTÓTIPO										
ELABORACIÓN DEL SEGUNDO PROTÓTIPO										
ELABORACION DEL TERCER PROTOTIPO										
COTIZACION DE ENSAYOS										
RECEPCION DE MUESTRAS EN LABORATORIO(LEMAT )										
ACONDICIONAMIENT O DE MUESTRAS EN LABORATORIO DE 12/24 HORAS										
PREPARACION DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE FLEXION										
PREPARACION DE MUESTRA PARA ENSAYO DE COMPRESION										
PREPARACION DE MUESTRA PARA ENSAYO DE ABSORCION										
ENSAYO DE FLEXION, COMPRESION Y HUMEDAD.										
REVISION DE INFORME										
ENTREGA DE INFORME										

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



### 4.3. Requerimiento de los materiales.

Para proceder con la ejecución del proyecto se procedió a realizar el siguiente cronograma para llevar un mejor seguimiento de este.

### 4.4. Obtención de la materia prima.

Para proceder con la elaboración de los prototipos del panel a partir de tetrabrik y aserrín se procedió primero con la recolección de la materia inicial. Los envases tetrabrik fueron recolectados en viviendas y de la unidad educativa Seis de Octubre ubicada en la parroquia Ventanas.



Ilustración 40: Colegio seis de octubre.

**Fuente:** (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

El aserrín que a ser utilizado para la elaboración de los prototipos es procedente de los aserríos dedicados a diferentes actividades de la carpintería. El aserrín recolectado es aserrín de pino y de madera de laurel. Este se encuentra ubicado en la vía panamericana norte parroquia 10 de noviembre.



Ilustración 41: Aserradero vía Quevedo.

**Fuente:** (GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad, s.f.).

Adquisición de los materiales adicionales como son la resina, goma, espátula, carbón, molde, masilla elastomérica, masilla para madera, papel aluminio, grasa vegetal y más materiales para proceder con la elaboración del prototipo se llevó a cabo en las ferreterías del cantón.

#### 4.5. Ensayo I: Método Empírico

Procedimiento Una vez recolectado los envases de tetrabrik, primero es abrir los envases con una tijera cortando la punta y luego despegando con las manos de forma que quede totalmente abierto, posteriormente seguimos con la limpieza de estos, ya que estos aun contienen residuos de líquidos de los diferentes alimentos, la limpieza se realiza con agua y detergentes.



*Ilustración 42: Limpieza del tetrabrik.*

**Fuente:** Método de ensayo.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

Proceder a cortar en cuadritos y luego llenar un envase de 2 kg dejamos en remojo por 24 horas, esto se realiza con la finalidad de facilitar la separación de sus componentes, luego se vierte en la licuadora y se procede a licuar durante 5 minutos. Una vez licuado el tetrabrik se pasa por un cedazo eliminando la mayor cantidad de agua posible.



Ilustración 43: Corte del tetrabrik.

**Fuente:** Método de ensayo 1.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



Ilustración 44: Licuado tetrabrik.

**Fuente:** Método de ensayo 1.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

Posteriormente de haber sacado la mayor cantidad de agua se coloca en un recipiente donde se le agrega una tarrina de 2 kg de aserrín, una taza de cola y una taza de resiflex (resina de vinil acrílica), seguidamente se mezcla todos los componentes hasta conseguir una mezcla homogénea del mismo. Una vez que se todos los elementos se hayas mezclado, en un molde plano de previamente engrasado con grasa vegetal vertimos la mezcla y se la lleva al horno con carbón para ser secado.

Durante el proceso de secado del prototipo este se vira de lado y lado cada 10 minutos después de estar expuesto al fuego, el objetivo que el secado sea uniforme y los adhesivos formaldehido se adhieran mejor al aserrín tetrabrik. una vez transcurrido 30 minutos se proceda a retirar del horno colocar en el piso.



Ilustración 45: *Colado tetrabrik.*

**Fuente:** Método de ensayo 1.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



Ilustración 46: Aserrin.

**Fuente:** Método de ensayo 1.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



Ilustración 47: Resiflex y goma.

**Fuente:** Método de ensayo 1.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



Ilustración 48: *Mezclado de los materiales.*

**Fuente:** Método de ensayo 1.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



Ilustración 49: Primer Prototipo.

**Fuente:** Método de ensayo 1.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

**Tabla 18: Presupuesto del primer prototipo.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
○ Aserrín	15	lbs	\$0,50	\$7,50
○ Tetrabriks	10	lbs	\$0,40	\$4,00
○ Guantes	1	par	\$1,80	\$1,80
○ Blancola	250	ml	\$0,01	\$1,75
○ Resiflex	1	ltr	\$2,65	\$2,65
○ Carbon	0,5	sc	\$12,00	\$6,00
○ Licuadora	0	0	\$0,00	\$0,00
○ Recipiente de 2kg	1	un	\$0,69	\$0,69
○ Bandeja	2	un	\$0,89	\$1,78
○ Espátulas	2	un	\$2,08	\$4,16
○ Manteca vegetal	1	un	\$0,54	\$0,54
○ Papel aluminio	1	rollo	\$1,69	\$1,69
○ Molde de 25x33	1	un	\$3,70	\$3,70
○ Tijera	1	un	\$0,90	\$0,90
○ Detergente	1	funda	\$0,75	\$0,75
○ Horno parrillero	1	un	\$25,00	\$25,00
				\$62,91

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

En este primer ensayo se puede observar al momento de desmoldar que este se desmoronaba en las esquinas lo que indica, que le hacía falta rigidez, adicionalmente estaba aún, húmedo lo que significa que su secado no se había completado en su totalidad, la flexibilidad fue otra característica que se pudo observar junto con la combinación de sus elementos y el secado de los aditivos, y el costo fue de 62.91 dólares los 50 cm<sup>2</sup>.

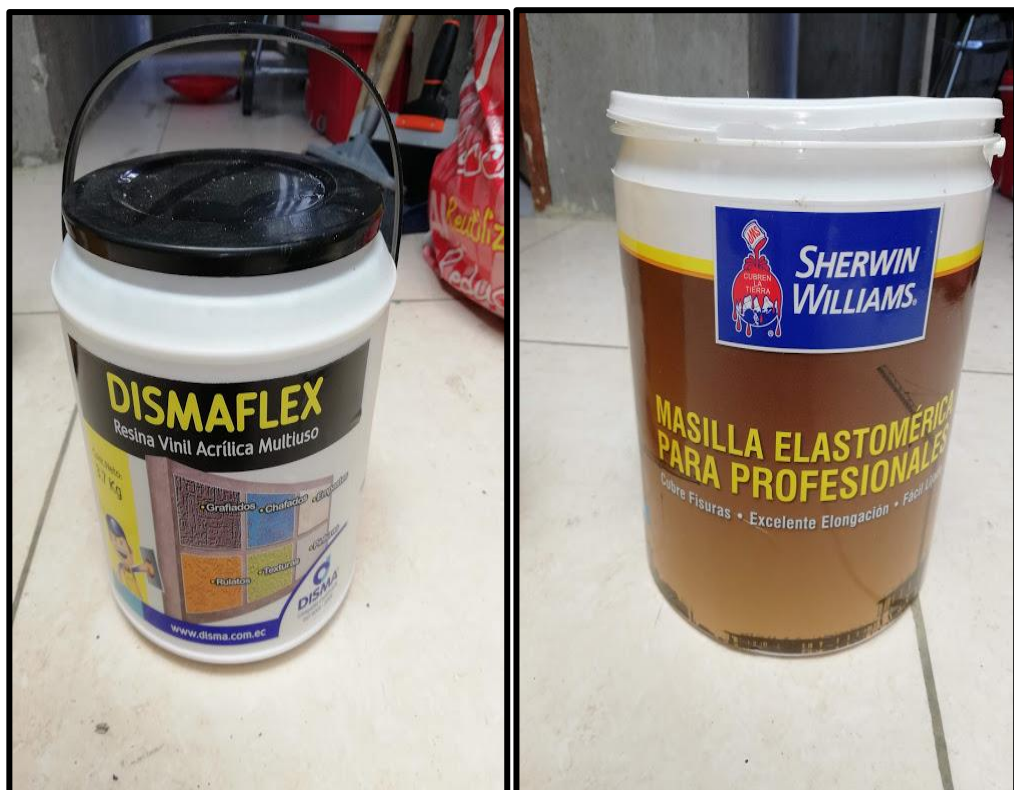
#### 4.6. Ensayo II: Método Empírico

##### Procedimiento

Empezamos abriendo y lavando correctamente los envases con agua y detergente. Una vez limpios se cortan en cuadritos los tetrabriks hasta llenar una tarrina de 2 kg.

Verter dos litros de agua en una licuadora y agregar los tetrabriks dejar licuar por 8 minutos y luego cernir en un cedazo.

Una vez cernido se añade 1.5 tarrina de 2kg de aserrín. Mezclar el aserrín con el tetrabrik hasta obtener la fusión de todos los elementos ya que una vez licuado los tetrabriks su estructura (cartón, plástico y aluminio) ha sido separa por efecto de pirolisis producido por la licuadora. Añadir un cuarto de goma y 8 onzas de masilla plástica. Continuar mezclando con guantes todos los elementos hasta que la masilla, la goma, el aserrín y el tetrabrik sean un solo compuesto.



*Ilustración 50: Masilla y Resina de vinil.*

**Fuente:** *Método de ensayo 2.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*

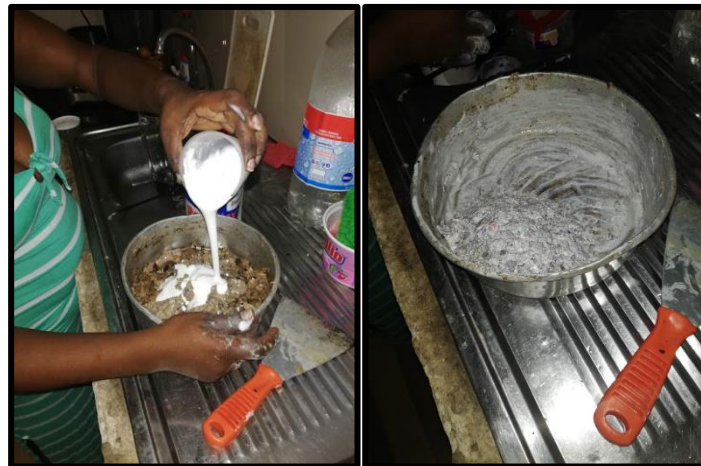




*Ilustración 51: Aserrín y tetrabrik.*

**Fuente:** Método de ensayo 2.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 52: Aserrín y tetrabrik mezclado.*

**Fuente:** Método de ensayo 2.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 53: Colocación de materiales en molde.*

**Fuente:** Método de ensayo 2.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 54: Obtención del segundo prototipo.*

**Fuente:** *Método de ensayo 2.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*

Cuanto se ha obtenido el compuesto se coloca en un molde donde se comprime de forma manual para obtener una muestra uniforme y regular del mismo espesor. Una vez concluida la compresión, se extiende en una plancha de 25\*33 previamente engrasada para luego dejar reposar 15 minutos, proseguir ingresando a la parrilla quedando expuesta al fuego por 40 minutos de un lado del tablero y 40 minutos del otro lado. Luego se retira y se deja al aire libre.

De este segundo prototipo se puede observar un 20% más de rigidez y combinación de sus elementos, debido que al momento de desmoldar este no se destruyó en su totalidad en las esquinas lo que significa que tuvo más tiempo de secado, sin embargo, hubo irregularidades en la superficie y espacios en el espesor del prototipo, adicionalmente la flexibilidad del prototipo aumento en un 15%. Además, se puede evidenciar que la grasa vegetal no es buen desmoldante ya que en el momento de retirar

el prototipo del molde este estaba pegado en el centro y algunos laterales. El presupuesto para este segundo prototipo fue de 35.56 por cada 50 cm<sup>2</sup> de panel.

**Tabla 19:** Presupuesto elaboración prototipo dos.

Materiales	Cantidad	Unidad	Precio	Total
○ Aserrín	15	lbs	\$0,50	\$7,50
○ Tetrabriks	10	lbs	\$0,40	\$4,00
○ Guantes	1	par	\$1,80	\$1,80
○ Blancola	0,5	gl	\$9,87	\$4,94
○ Resina de vinil acrílica transparente	0,5	gl	\$12,78	\$6,39
○ Masilla elastómera	0,3	gl	\$16,45	\$4,94
○ Carbon	0,5	sc	\$12,00	\$6,00
				\$35,56

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

#### 4.7. Ensayo III: Método Empírico

##### Procedimiento

Empezamos con la recolección de los envases de tetrabrik, a continuación, proceder a abrir los envases con una tijera cortando la punta y luego despegando con las manos de forma que quede totalmente abierto, posteriormente seguimos con la limpieza de estos, con agua y detergentes.

Proceder a cortar en cuadritos y luego llenar un envase de 2 kg dejamos en remojo por 24 horas, luego se vierte dos litros de agua en la licuadora y se agrega el tetrabrik a continuación a licuar durante 7 minutos. Una vez licuado el tetrabrik cernir eliminando la mayor cantidad de agua posible.

Después de haber cernido esta masa obtenida se coloca en una plancha que es llevada sobre una hornilla a fuego lento máximo de 30 °C y mínimo de 10 °C por 20

minutos, durante este proceso se debe dar vuelta y revolver ya que al estar separado los componentes del tetrabrik el plástico tiende a derretirse y quedarse pegado en el molde, la finalidad de extraer la mayor cantidad de agua y humedad posible que contiene el cartón.

Una vez transcurrido los 20 minutos se retira del fuego los tetrabriks y se vierten en un envase.

A continuación, se vierte una tarrina de 2kg con aserrín fino y otra tarrina de 2kg con aserrín grueso.

Mezclamos por 10 minutos hasta lograr la combinación entre ellos, procedemos a verter medio litro de goma, un litro de masilla para madera de la marca cóndor, un cuarto de masilla plástica y un cuarto de resina de vinil acrílica transparente de la marca dismac.

Continuamos con la mezcla a mano de todos los elementos por 15 minutos hasta que estos se enlazan entre sí.

Una vez mezclado se vierte sobre un molde de 25x33 previamente engrasado y cubierto con papel aluminio. Se tomó esta iniciativa porque en los prototipos anteriores al momento de desmoldar se complicaba y el prototipo se quedaba pegado por pedazos.

El molde es llevado a la parrilla para ser secado por seis horas a fuego lento con carbón, tres horas de una cara y tres horas de otra cara, para luego ser retirado y someterlo a compresión colocando cinco sacos de cemento encima lo que equivale a 600 libras durante 6 horas.

Transcurridas las seis horas de haber sido sometido a compresión a través de la colocación de los seis sacos de cementos sobre el prototipo se procedió a retirar los mismos, y los resultados obtenidos de este prototipo fueron, un tablero mucho más seco, se puede visualizar sus componentes menos humedad, más rígido debido a la

composición de materiales adicionales como la masilla para madera debido a que la masilla se adhiere con facilidad al aserrín proporcionando dureza.

Al añadir masilla plástica y resina de vinil acrílica la misma que se une en óptimas condiciones con el plástico, cartón y aluminio componentes del tetrabrik hizo que el prototipo tenga menos flexibilidad, y finalmente la blanca un formaldehído de mucha adherencia y es óptimo para la unión de partículas para tableros aglomerados logrando la unión de los antes mencionados, haciendo que la obtención del tablero llegue a las principales expectativas que se tenía del mismo.



*Ilustración 55: Goma y tetrabrik licuado.*

**Fuente:** *Método de ensayo 3.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*



**Ilustración58:** Molde engrasado con tetrabrik a secar.

**Fuente:** Método de ensayo 3.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



**Ilustración59:** Aserrín y tetrabrik secando.

**Fuente:** Método de ensayo 3.

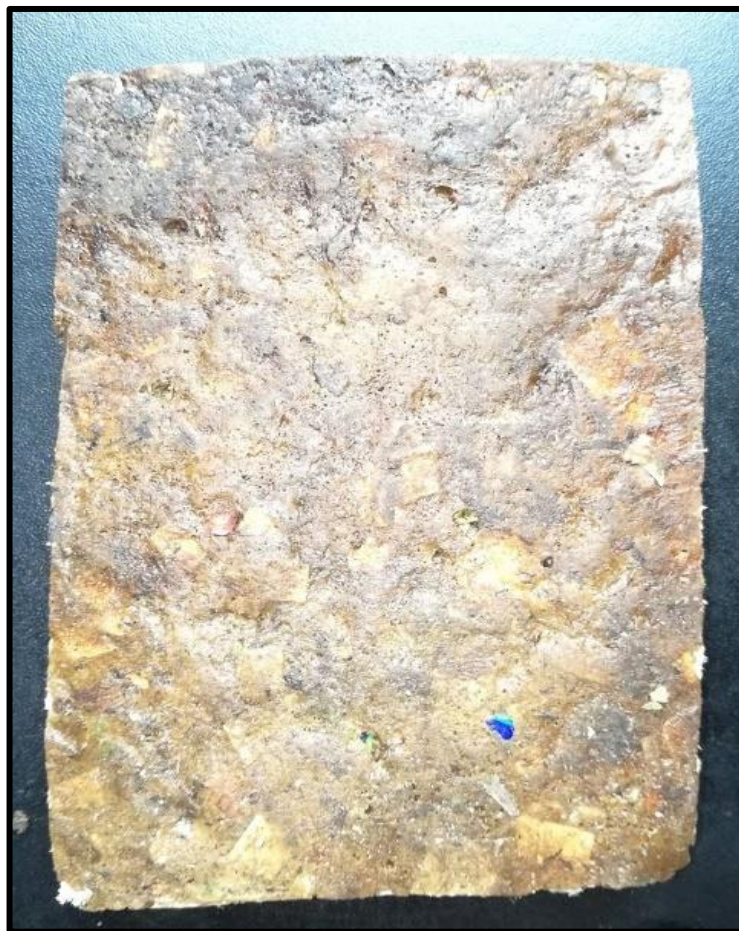
**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 56: Secando el tercer prototipo.*

**Fuente:** *Método de ensayo 3.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*



*Ilustración 57: Obtención del tercer prototipo.*

**Fuente:** *Método de ensayo 3.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*



*Ilustración 58: Obtención del tercer prototipo.*

**Fuente:** *Método de ensayo 3.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*



*Ilustración 59: Prototipo tres.*

**Fuente:** *Método de ensayo 3.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*

Este prototipo obtenido será el que se fabricara en formato de 1m\*1m para luego ser sometidos a los ensayos de humedad, compresión y flexión, el formato de medida es requisito por parte del Laboratorio de Ensayos a Materiales (LEMAT) de la



Universidad Politécnica del Litoral. En el prototipo definitivo el presupuesto obtenido fue de 43.39 centavos de dólares para la elaboración de 4 prototipos de 50x50 cm<sup>2</sup> cabe reiterar, que las normas INEN indica que por cada 1000 paneles fabricados se deben realizar a 10 unidades ensayos de compresión, flexión y contenido de humedad.

**Tabla 20: Presupuesto elaboración prototipo tres.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
○ Aserrín	15	lbs	\$0,50	\$7,50
○ Tetrabriks	10	lbs	\$0,40	\$4,00
○ Blancola	0,5	gl	\$9,87	\$4,94
○ Resina de vinil acrílica transparente	0,5	gl	\$12,78	\$6,39
○ Masilla elastómera	0,5	gl	\$16,45	\$8,23
○ Masilla para madera	1	sc	\$12,34	\$12,34
				\$43,39

*Fuente:* Investigación de campo.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.

#### **4.8. Ensayos de laboratorio del prototipo III obtenido.**

##### **4.8.1. Preparación de la muestra**

Para poder realizar la toma de las muestras se precede a cortar el prototipo en las medidas requeridas para los diferentes tipos de ensayos. Para el ensayo de flexión las muestras eran de 5 cm de ancho por 30 cm de largo, para compresión 10cmx10cm y para el cálculo de humedad la muestra fue de 10cmx10cm.

##### **4.8.2. Ensayo de Compresión.**

Este ensayo se realiza con la finalidad de obtener el grado de deformación de un material ante un esfuerzo de compresión. El equipo requerido para realizar el ensayo de compresión es HDX Series INSTRON. El ensayo se realiza de la siguiente manera: Se coloca las piezas de 10 cm x 10 cm cortadas en la maquina sobre esta se va

aplicando diferentes tipos de carga en KN. Para este tipo de ensayo el lugar debe encontrarse con una temperatura mínima de 20°C y la Humedad máxima el 65%.

En la primera muestra se aplicó una carga de 55.8 kn produciendo un alargamiento de 11.2 mm. En la segunda muestra la carga aplicada fue 98.2 kn y el alargamiento producido fue 9.8 kn. En la tercera muestra 71 kn y el alargamiento producido 11.9 kn. Muestra número cuatro se aplicó una fuerza de 67 kn y esta produjo un alargamiento de 11.8 kn. Para la última muestra la fuerza aplicada fue 73.8 kn y el alargamiento 8.8 kn. El tiempo del ensayo de compresión toma entre seis y diez minutos.

#### **4.8.3. Ensayo de Flexión.**

El ensayo de flexión consistente en someter a una deformación al prototipo el cual fue cortado en tiras de 5cm por 30 cm de largo, mediante el pliegue de ésta, sin inversión de su sentido de flexión, sobre un radio especificado al que se le aplica una presión constante. Para este tipo de ensayo el lugar debe encontrarse con una temperatura mínima de 20°C y la Humedad máxima el 65%.

En resultados obtenidos de las cinco muestras ensayadas. Se inicio aplicando de 12 Newton, con un alargamiento antes de la rotura de 17.7 mm. En la segunda muestra se aplicó 26.4 N y el alargamiento producido antes de la rotura fue 11.8 mm. Para la tercera muestra fueron 29.3 N y el alargamiento obtenido fue 5.4 mm. En la muestra número cuatro se aplicó 36.4 N produciendo un alargamiento de 4.0 mm. Para la muestra numero 5 la fuerza aplicada correspondió a 23.4 N y el alargamiento antes de la rotura fue 7.6 mm.

Los valores aplicados en el sentido longitudinal a los cinco muestras a ensayar. Muestra 1 carga máxima aplicada 21.1 N y su alargamiento 8.9 mm. Muestra 2 carga máxima 21.3 N y al alargamiento antes de la rotura 6.1 mm. Muestra 3 carga máxima

28.1 N alargamiento antes de rotura 7.6 mm. Muestra 4 la carga máxima aplicada 20.5 N y el alargamiento 7.1 mm. Muestra 5 la carga máxima aplicada 28.5 N y el alargamiento presentado 7.1 mm.

#### **4.8.4. Ensayo de Contenido de Humedad.**

Para este ensayo la temperatura ambiente mínima debe estar 20.1 °C máxima 22.9 °C,). la humedad mínima 52.3 5% máxima 56.2 %. Las muestra preparadas en medidas de 10cmx10cm fueron inmersas en agua por horas (12-2828-1), doce horas (12-2828-2) y veinte y cuatro horas (12-2828-3).El ensayo consiste en determinar la masa inicial "m2" de las submuestras 12-2828-1, 12-2828-2, 12-2829-3, luego se realizó el secado a una temperatura constante de 103°C utilizando una estufa durante 30 minutos, posteriormente se acondiciono la muestra a temperatura ambiente empleando un desecador por una hora y se obtuvo finalmente la masa final.

El procedimiento de pesado consistió en realizar dos pesadas sucesivamente hasta que tenga una diferencia máxima en el peso del 0.1% el resultado reportado con contenido de humedad se realizó de la siguiente formula: contenido de humedad=  $(m2 - m2) / m2 * 100$ . Para acondicionar la muestra a temperatura ambiente se utilizó un desecador que contiene sálico gel, la misma que se secó en estufa a 100°C por veinte y cuatro horas.

#### **4.8.5. Análisis de los resultados.**

En el ensayo de compresión los resultados obtenidos de las cinco muestras tomadas según los parámetros establecidos en las normas NTE INEN 3110 para tableros de partículas aglomeradas utilizados para la construcción en ambiente secos y húmedo expuestos al exterior, con un espesor de 25 mm, el cual tiene el prototipo obtenido del proyecto tiene como parámetros, como un máximo permitido 0,12 mm de cohesión interna y alargamiento antes de la rotura. En el caso del prototipo III del proyecto se

obtuvo un 0,08mm de cohesión interna producto de las cinco muestras realizadas lo que significa que se encuentra dentro de los parámetros establecidos para este tipo de tableros aglomerados.

Para el ensayo de flexión otra propiedad mecánica requerida por la norma NTE INEN 900 para tableros de aglomerados de partículas y residuos de madera, se indica en el lado transversal para tableros de 25 mm de espesor este deberá tener una Resistencia a la Flexión no menor de 11 N/m<sup>2</sup> durante los primeros 4 minutos del ensayo, en el caso de nuestro prototipo su resistencia máxima 9,3 N/m<sup>2</sup> durante los primeros tres minutos del ensayo, por ende, significa está por debajo del rango permitido.

Con respecto al contenido de humedad realizado en tres tiempos diferentes para determinar la hinchazón con los requisitos establecidos por la norma NTE INEN 896 que el contenido de absorción de humedad en un aglomerado no puede ser mayor al 6.5%, los resultados de los ensayos realizados determinan que el prototipo contiene un 2.14% absorción de humedad, es decir muy por debajo de los parámetros establecidos

El presupuesto referencial me indica un valor de 1005,36 dólares para elaboración de los tres prototipos los cuales tenía medida de 1mx1m es decir un costo de 335,12 dólares por cada m<sup>2</sup> de prototipo.

#### **4.9. Tema de la propuesta.**

Tablero multiuso de baja densidad compuesto por partícula aglomeradas de tetrabrik y aserrín.

#### **4.10. Descripción de la propuesta.**

La finalidad del proyecto de investigación fue conseguir de una manera adecuada y ventajosa el aprovechamiento del tetrabrik y aserrín como fuente para el proceso de transformar, fabricar e incorporar un nuevo material como sería el panel multiuso en

la industria de la construcción. Con los métodos empleados mediante termocompresión empíricamente y el uso de formaldehído se logró obtener un tablero de baja densidad el cual puede ser usado en la elaboración de puertas, divisorios, muebles y aislante del ruido según Norma INEN 900 para tableros de partículas aglomeradas.

Un tablero multiuso de baja densidad compuesto por partícula aglomeradas de tetrabrik y aserrín.

- Insertar un tablero aglomerado con nuevos componentes.
- Con las piezas obtenidas cubrir con facilidad como paredes divisorios superficies.
- Tienen una mejor estabilidad dimensional.
- Reducen la cantidad de desechos de tetrabrik y aserrín en el ambiente.

#### **4.12. Fundamentos de la propuesta.**

Las características técnicas que se evalúan en un aglomerado de este tipo son Módulo de rotura, Modulo de elasticidad, por lo tanto, el tablero tiene buenas propiedades mecánicas como la resistente a la expansión bajo una fuerza aplicada, resistente al desgarre, medianamente elástico, resistente a la humedad, termo formable, puede ser aserrado, modelado, pegado, atornillado. El tablero aglomerado con partículas de aserrin (40%) y tetrabrik (60%), el cual es 75% de celulosa vegetal, aluminio (5%) y polietileno (20%), es resultado de la termocompresión artesanal con la ayuda de formaldehído para la adherencia de estas partículas, con características de madera sintética y considerado como un tablero de baja densidad según las normas INEN 900 para este tipo de tableros.

#### 4.13. Descripción Técnica.

El tablero multiuso compuesto por partícula de tetrabrik y aserrín aglomeradas entre si mediante la unión de resinas aminoplásticas, adhesivos formaldehidos con la acción simultánea de presión y calor, y sometido posteriormente a un lijado superficial, está clasificado dentro del listado de tableros de baja densidad, tiene valores de 200 a 400 Kg/m<sup>3</sup> de densidad y resistencia mecánica según las normas NTE INEN 900. Este tipo de tableros su terminación superficial no es totalmente lisa y la unión entre las partículas es de menor aglomeración con medidas de 50x50cm 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 teniendo como objetivo principal cumplir con aspectos funcionales, constructivos y de diseño.

. Su campo de aplicación puede ser:

- Uso interior en ambiente seco.
- Su campo de aplicación principal es la fabricación de puertas de paso.
- Composición de muebles en los que se busca un equilibrio entre

comportamiento. Mecánico, ligereza y resistencia a la humedad.

- Instalaciones comerciales, mobiliario escolar.
- Tabiques divisorios.
- Formar parte del alma de estructuras de gran espesor a fin de reducir el peso de estas según los parámetros de las normas NTE INEN. Se uso será cubiertos con láminas de madera en forma de placas de carpintería. Al no ser sus caras totalmente

lisas este puede ser recubierto de:

- ~ Barnices.
- ~ Hojas de papel impregnadas con resinas fenólicas.
- ~ Melaminas o chapas de madera.

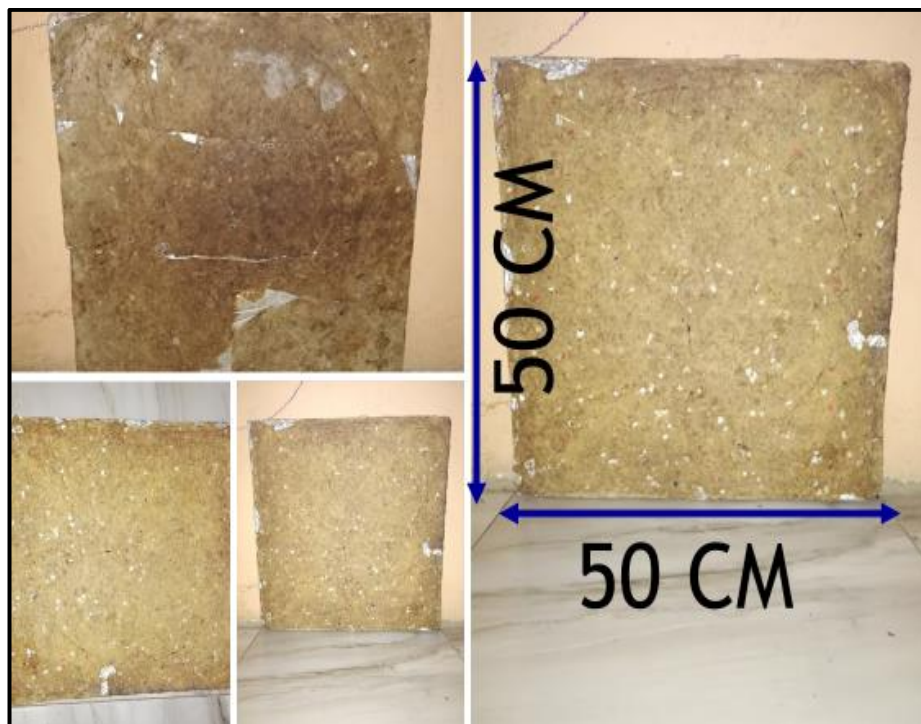


Ilustración 60: *Tablero multiuso.*

**Fuente:** *Método de ensayo 3.*

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero

#### 4.14. Características técnicas.

El tablero multiuso compuesto por partícula de tetrabrik y aserrín cumple con los requisitos:

**Tabla 21: Datos Técnicos.**

DATOS TÉCNICOS (Valores Medios)			
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS	UNIDADES	Requisitos en función del espesor (mm)	NORMA
		> 20-25	
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	25,7	INEN 900
Modulo de elasticidad en flexion	N/mm <sup>2</sup>	9,3	INEN 897
Traccion perpendicular	N/mm <sup>2</sup>	23,9	INEN 3110
Traccion superficial	N/mm <sup>2</sup>	73,2	INEN 3110
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	2,14	INEN 896
CARACTERÍSTICAS GENERALES	UNIDADES	Requisitos	NORMA
Humedad	%	0-6,5	INEN 896
Contenido de Formaldehido	Clase	Clase E1( 0-20% del peso del tablero) 8mg/100g	INEN 3110
Hinchamiento en grosor( 2 horas en agua)	%	0-3 de la desinsidad	INEN 896
Absorcion ( 2 horas en agua)	%	25-35% de la densidad	INEN 896

**Fuente:** Especificaciones técnicas.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

#### 4.15. Almacenamiento.

Para su almacenamiento el tablero se debe almacenar en cobertizos, debiéndose tener en cuenta las condiciones de humedad relativa y temperatura la cual debe ser la mínima 20.01 °C y la máxima 24 °C puesto que es un producto higroscópico y al aumentar su contenido de humedad puede sufrir deterioros, en el almacenamiento también se debe considerar la forma de apilado para evitar deformaciones. Se debe utilizar cargadores frontales para el manejo de los tableros aglomerados. El producto terminado tiene un contenido de humedad del 2,4% y debe permanecer en reposo por lo menos 48 horas antes de poder ser usado según las normas INEN.

Una de sus ventajas en la utilización del tablero es aprovechar los residuos reciclables del tetrabrik y el aserrín debido que en la actualidad la demanda de los tableros de partículas para fines decorativos o estructurales se ha incrementado con respecto a los tableros de madera contrachapada.



Ilustración 61: Panel multiuso de baja densidad.

*Fuente:* Método de ensayo 3.

*Elaboración:* Luz Dominga Caicedo Quintero.





Ilustración 62: Panel multiuso de baja densidad.

**Fuente:** Método de ensayo 3.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

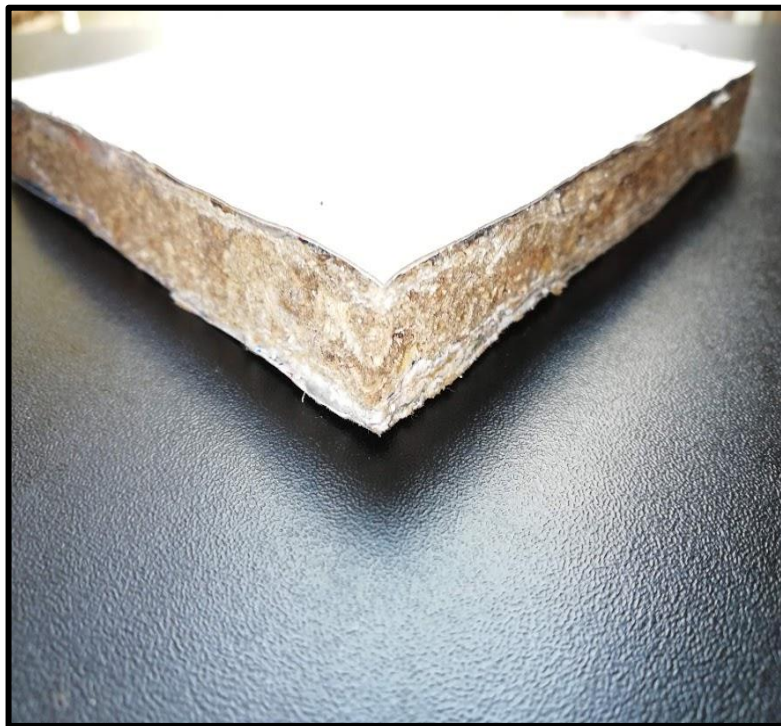


Ilustración 63: Panel multiuso de baja densidad.

**Fuente:** Método de ensayo 3.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



Ilustración 64: Panel multiuso de baja densidad.

**Fuente:** Método de ensayo 3.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



Ilustración 65: Panel recubierto.

**Fuente:** Método de ensayo 3.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 66: Tablero recubierto de formica.*

**Fuente:** Método de ensayo 3.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo



*Ilustración 67: Panel recubierto.*

**Fuente:** Método de ensayo 3.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo

#### 4.16. 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.



*Ilustración 68: Proceso de elaboración de una pared divisoria*

**Fuente:** *Método de instalación de gysup.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*

##### 4.16.1. Procedimiento y resultados

Seleccionar los materiales a utilizar

- Soporte metálico
- Track y Stud 1 5/8 x 2.44 x 00.40 gysup
- Tornillo P/aglomerado #6 x 1'' Hil.fino gysup
- Tornillo punta de broca autoperforante de ½ pulgada x 8mm
- Empaste y agua

Amar la estructura (track elementos que conforman el perfil externo de la estructura y elementos internos al perfil de la estructura.) de preferencia a 50 cm de separación, para mayor seguridad.



*Ilustración 69:* Conformación de la estructura metálica.

**Fuente:** Método de instalación de gysup.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 70:* Estructura para panel multiuso.

**Fuente:** Método de instalación de gysup.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

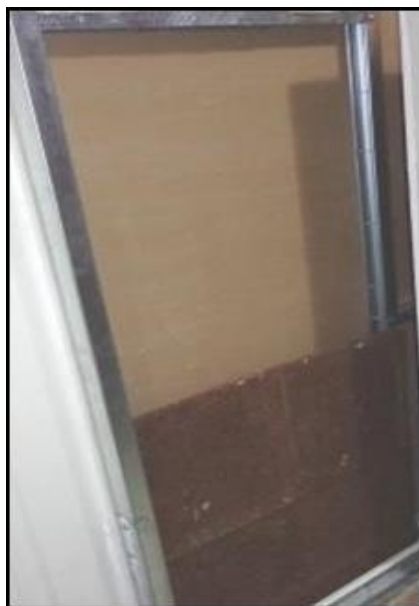
Sujetar la estructura y los tableros en forma de sándwich para lograr obtener una pared de nivel acústico, con los tornillos de madera. Para colocar el tornillo se debe taladrar para conseguir un hoyo en la estructura. El tornillo penetra fácilmente. La cabeza plana del tornillo debe de quedar al ras de la estructura y para poder conseguir un fácil acoplamiento del panel de tetrabrik y aserrin en la estructura que procedió a colocar parantes horizontales entre los parantes verticales.



Ilustración 71: *Fijación de tornillo.*

**Fuente:** Método de instalación de gysup.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo



*Ilustración 72: Panel instalado.*

**Fuente:** Método de instalación de gysup.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

Los tornillos se colocaron a unos 20 cm del borde del panel por seguridad del panel. Recomendado en este caso tornillos en cada parante, si existe algún vano en la pared, se establece desde el replanteo para que sea de fácil armado con el perfil de este. Realizando el corte del panel con amoladora. Para los acabados de la pared se puede utilizar el acabado liso formica, barniz o empaste.



*Ilustración 73: Panel en proceso de instalación*

**Fuente:** Método de instalación de gysup.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.



*Ilustración 74: Panel en instalación.*

**Fuente:** *Método de instalación de gysup.*

**Elaboración:** *Luz Dominga Caicedo Quintero.*

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

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 50x50 cm, teniendo como resultado 2. m<sup>2</sup>.



**Tabla 22 :Análisis de precios del panel instalado.**

PRESUPUESTO REFERENCIAL PANEL MULTUSO DE TETRABRIK Y ASERRIN					
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
<b>RUBRO:</b>					
Instalacion del panel multiuso de tetrabrik y aserrín para pared divisoría					
UNIDAD: M2					

EQUIPOS	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales(5% M.O.)	1				0,132
Taladro eléctrico	1	2	2	0,4	0,8
					0,932

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,3	3,3	0,4	1,32
Albañil	1	3,3	3,3	0,4	1,32
					2,64

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Aserrín	15	lbs	\$0,50	\$7,50	
Tetrabriks	10	lbs	\$0,40	\$4,00	
Blancola	0,5	gl	\$9,87	\$4,94	
Resina de vinil acrílica transparente	0,5	gl	\$12,78	\$6,39	
Masilla elastómera	0,5	gl	\$16,45	\$8,23	
Masilla para madera	1	sc	\$12,34	\$12,34	
Stud Gypsum	u	1	1,3	\$1,30	
Track 5/8 x 2,44 x 0,40 Gypsum	u	1,041	1,17	\$1,22	
Tornillo aglomerado #6 x 1" Gypsum	u	17	0,018	\$0,31	
					46,21397

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Flete	1	1	15	\$15,00	

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	\$64,79
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>64,79</b>

**Fuente:** Método de instalación de gysup.

**Elaboración:** Luz Dominga Caicedo Quintero.

#### **4.17. Comprobación de la Hipótesis.**

El panel obtenido de Tetrapak y aserrín no cumple con los parámetros establecidos dentro de las normas INEN en ensayos de flexión para la construcción de viviendas en sectores estratégicos del cantón Ventanas.

## **CONCLUSIONES.**

En conclusión, se definieron las características y propiedades del tetrabrik como del aserrín luego del reciclado, en el caso del tetrabrik las características con varias debido a los elementos que componen la estructura de los envases. por parte del aserrín estas características de derivaron la madera de procedencia.

Se establecieron las formas de reciclado de los dos componentes y posteriormente partiendo de esta información se procede con la elaboración de los distintos prototipos usando diferentes tipos de formaldehídos hasta obtener el más óptimo según la normativa para ser analizado en laboratorio a través de pruebas físicas y mecánicas.

Los formaldehidos son excelentes agentes de adhesión debido a que una vez secos se torna transparente y por esta razón se pueden apreciar las partículas, es decir el aserrín mezclado con el tetrabrik.

Por medio de las pruebas de laboratorio se logró determinar las características mecánicas del prototipo alcanzado, donde se puede evidenciar que el prototipo III realizado de forma empírica tiene la propiedad de presentar poca absorción de agua, representado con un pequeño porcentaje del 2.147% de absorción significando con esto que puede ser usado en el exterior sin ninguna dificultad, por presentar buena resistencia a la humedad. Se pudo conseguir de la misma forma su resistencia a la deformación y cohesión interna por compresión dejando ver que no colapsa fácilmente cuando este tendido en el suelo soportando carga.

La resistencia a la cohesión interna y la escasez a la absorción de humedad se debe a los componentes del tetrabrik, esta son las principales funciones del aluminio y el plástico en su composición. Con respecto a la rotura por flexión los resultados arrojados no fueron los óptimos, debido a la rotura por alargamiento, obtuvo el 1.7 N inferior, para estar dentro de los estándares permitidos y no alcanza los valores

mínimos establecidos así lo demuestran los resultados proporcionados por el laboratorio después de analizar 5 muestras ensayadas es decir no es tan rígido, y tiende a deformarse por lo tanto no podría usarse en la construcción de viviendas de interés social.

Según la norma NTE INEN 3110 el prototipo obtenido no puede ser empleado para la construcción de interés social como estaba establecido en el objetivo. Sin embargo, de la misma forma este prototipo obtenido según las normas NTE INEN 243 se lo puede clasificar como “Tablero de baja densidad” por su valor (68.2 KN).

Se considera que este tablero puede ser empleado en la elaboración de mobiliario para interior según parámetros de la Norma INEN 243 donde el grado de tolerancia en deformación por flexión es mínimo 5.4 N/m<sup>2</sup> y el prototipo obtenido del prototipo III tiene un valor de 9.3 N/m<sup>2</sup>.

Los costos invertidos para la fabricación de este prototipo no fueron elevados partiendo que los elementos principales para empezar su fabricación eran elementos desechado los cuales no tenían destinado otro uso. Los resultados de los cálculos nos dieron una perspectiva del nivel de operación del proceso de elaboración de los tableros aglomerados y maderas contrachapadas en el país.

## **RECOMENDACIONES**

El presente proyecto de investigación sirva como base para nuevos emprendimientos de otros proyectos de investigación para ser empleado en otras industrias.

Emprender teniendo como referencia base este proyecto la elaboración de nuevos prototipos aplicando en su producción otros tipos de formaldehído para su adhesión - producción.

Es importante recomendar que al presente trabajo de investigación se puede realizar análisis sobre la estabilidad del producto frente a posibles ataques químicos, físicos y biológicos a diferentes condiciones de temperatura y humedad.

Buscar nuevos elementos que puedan ser transformado, en unión de los materiales actuales del presente proyecto.

Se sugiere a las empresas encargas de producir tableros aglomerados de partículas, inviertan en este tipo de investigaciones de esta forma se podría ayudar considerablemente a la tala indiscriminada de árboles.

Desarrollar proyectos de investigación que fomenten el interés de los industriales productores de este tipo de tablero y de este modo exista una retroalimentación de conocimientos, utilizando como referencia los valores obtenidos de los tableros ensayados, en la industria de la construcción.

Fomentar actividades de reciclaje en la que toda la población pueda ser participe, obteniendo como resultado de esta actividad tan beneficiosa, la recolección de la mayor cantidad de tetrabriks y aserrín posible, siendo este el inicio de gran iniciativa.

Es importante, hacerle conocer a la población que este tipo de proyecto de investigación resultan muy beneficiosos para la sociedad, puesto que a través de estas

innovaciones se puede empezar marcando la diferencia generando comienzo de proyectos autosustentables para la sociedad en general.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Editorial Academica Española. (2016). *Editorial Academica Española*. Obtenido de Editorial Academica Española.
- Metodología de la Investigación (5ª Ed.)., 5ta Ed (2014). Obtenido de psicologiaymente.com
- 249, U. (2015). Manejo sostenible de la vida silvestre 2015. *Unasylva* 249.
- Alvarez, C. (2016). *blogs.elpais.com*. (Madrid-España, Editor) Obtenido de El difícil caso del tetra-brik.
- AMBIENTE, C. O. (2017). Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017. En H. D. Barrezueta (Ed.), (pág. 91). Quito. Obtenido de [http://www.ambiente.gob.ec/ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1c697920-c8b1](http://www.ambiente.gob.ec/ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=1c697920-c8b1). Bogota.
- Being”, Abraham: “Toward a Psychology of; (s.f.). “Toward a Psychology of Being”. En Abraham:, “*Toward a Psychology of Being*”. New York, 1968 20 social.
- Biocología, C. A. (9 de mayo de 2016). Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida. (R. G. Matute, Ed.) *San Martin* , pág. 3. Obtenido de <http://www.argenbio.org/index.php?action=notas&note=4686>
- U. A Carmen,. (2012). *Red Tercer Milenium*. Derechos Reservados 2012, por RED TERCER MILENIO S.C., Mexico.
- CEVERA FANTONI. (2015). Envase y Embalaje La venta silenciosa. págs. Ediciones, Pp. 27-31.
- Chile, U. d. (s.f.).
- Chimborazo, E. S. (s.f.).
- Cordova, L. (16 de Julio de 2014). Econoticias.com. *El periodico Verde*, pág. 4.
- ECOPLACK. (20 de marzo de 2014). Obtenido de <http://ecoplak.com/ecoplak.php>
- Ecuador, E. d. (2016). *Geografía del Ecuador*. (E. A. Pino, Ed.) Ventanas, Los Rios, Ecuador . Obtenido de <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/ventanas/>
- ECUADOR, N. I. (s.f.). *Tableros de madera*.
- Edicion ABC. (s.f.). *Edicion ABC*. Obtenido de Edicion ABC: [www.definicionabc.com](http://www.definicionabc.com)
- EDIFICACION, N. E. (2014).
- Empresa Tetra Pak. (22 de Octubre de 2015). *Punto de acopio de envases Tetra Pak en Ecuador*. Obtenido de <https://www.tetrapak.com/ec/about/newsarchive/conoce-los-puntos-de-recoleccin-de-envases-de-tetra-pak-en-ecuador>

Empresa Tetra Pak. (2015). *www.tetrapak.com*. (A. L. UU., Ed.) Obtenido de <https://www.tetrapak.com/ec/sustainability/cases-and-articles/expanding-recycling-infrastructure>

Empresa Tetra-Pak. (2016). *www.tetrapak.com*. Obtenido de [www.tetrapak.com](http://www.tetrapak.com)

ESCUADERO, S. M. (ESCUADERO, SERRANO, M., Almacenaje de productos., 1a ed.,).  
 ESCUDERO, SERRANO, M., Almacenaje de productos., 1a ed.,. (S. M. ESCUDERO, Entrevistador)

Estadística para las ciencias del comportamiento (2015).

Feria, A. D. (2012). Architectural Digest Home Design Feria 2012.

*GAD Ventanas 2017 | Sitio desarrollad.* (s.f.).

Godoy, D. E. (2016). Aprovechando Los Residuos Madereros. *EcoPortal*. Obtenido de [https://www.ecoportel.net/temas-especiales/educacion-ambiental/aprovechando\\_los\\_residuos\\_madereros/](https://www.ecoportel.net/temas-especiales/educacion-ambiental/aprovechando_los_residuos_madereros/)

<http://mueblecalidad.blogspot.com>. (2016).

<http://reader.digitalbooks.pro>. (2016).

<http://ventanas.gob.ec>. (s.f.).

<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsasv/e/iniciativa/posicion/tres.pdf> 7 MASLOW. (s.f.).  
 Obtenido de 2016.

[http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Memorias/memorias\\_censo\\_2010.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Memorias/memorias_censo_2010.pdf). (s.f.).

<http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/NOV16/covarrubias.pdf>. (s.f.).

<http://www.los-rios.gob.ec/>. (s.f.). *Gobierno Autonomo Descentralizado de los Rios.*

<http://www.planificacion.gob.ec/zonas-districtos-y-circuitos/>. (s.f.).

<http://www.planificacion.gob.ec/zonas-districtos-y-circuitos/>. (s.f.).

<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>. (s.f.).

<https://www.ecured.cu/Aserr%C3%ADn>. (s.f.).

<https://www.edu.xunta.gal>. (s.f.).

<https://www.gestiopolis.com/utilizacion-de-residuos-forestales/>. (2015).

<https://www.tetrapak.com/ec/>. (s.f.). <https://www.tetrapak.com/ec/>.

HUERTAS, T. M. (HUERTAS, TOREJÓN, M., Materiales, Procedimientos y Técnicas). HUERTAS, TOREJÓN, M., Materiales, Procedimientos y Técnicas. (T. M. HUERTAS, Entrevistador)

Investigación, I. d. (2015).

KOTLER, P. Y. (s.f.). KOTLER, P, Y OTROS., Dirección de Marketing., 12a. ed., México.

Lanza, A. R. (mayo de 2008).

Loja, U. P. (2014).

Ltda, S. C. (s.f.). *Chile Patente n° Chile*.



madedera., A. d. (28 de junio de 2015). Obtenido de  
<http://infomadera.net/modulos/index.php>  
madera, A. d., & Asociacion de investigacion, d. (s.f.). *infomadera.net*. (Infomadera Digital.)  
Obtenido de infomadera.net: <http://infomadera.net/modulos/index.php>  
NEC, N. e. (s.f.).  
Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura. (s.f.).  
Organizacion Mundial Para la salud. (s.f.).  
procesado, M. d. (2015). *ww.tetrapak.com*. (E. Tetrapak, Editor) Obtenido de  
[www.twtrapak.com](http://www.twtrapak.com): <https://www.tetrapak.com/ec/processing/dairy>  
RAMOS, C. P. (RAMOS, CASTELLANOS, P., Gestión del Medio Ambiente., 1a. ed.,). RAMOS,  
CASTELLANOS, P., Gestión del Medio Ambiente., 1a. ed.,. (C. P. RAMOS, Entrevistador)  
RAMOS, CASTELLANOS, P., Gestión del Medio Ambiente., 1a. ed.,.  
(2015). Revista El Ecologista . (M. A. Soto, Entrevistador)  
Rodriguez, C. (2014). Empaques de Tetra-pak. *El Telegrafo*.  
SENPLADES. (s.f.). *Secretaria Nacional de Planificacion y Desarrollo*. Obtenido de  
Secretaria Nacional de Planificacion y Desarrollo: <http://www.planificacion.gob.ec/>  
Tecaplak. (2013). Obtenido de <http://www.tecaplak.cl/productos.php>  
[www.tetrapak.com/es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com/es/Pages/tetra_pak.aspx). (2015).  
[www.tetrapak.com/es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com/es/Pages/tetra_pak.aspx). Obtenido de  
[www.tetrapak.com/es/Pages/tetra\\_pak.aspx](http://www.tetrapak.com/es/Pages/tetra_pak.aspx).  
[www.ecoembes.com.es](http://www.ecoembes.com.es). (2016).  
[www.hidromet.com.pa/balance\\_hidrico.php](http://www.hidromet.com.pa/balance_hidrico.php). (s.f.).  
[www.tetrapak.com/ec](http://www.tetrapak.com/ec). (s.f.).  
Zalasiewicz, H. (s.f.).

# ANEXOS

## ANEXO 1



### INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 365:2005**

---

---

### **TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. MEDIDA DE LAS DIMENSIONES.**

#### **Primera Edición**

PLYWOOD BOARDS. MEASUREMENT OF DIMENSIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Madera, tableros de madera, dimensiones.  
AG 08.05-301  
CDU: 674.031.412:621.315.668.1  
CIU: 3311  
ICS: 79.060.10

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA MEDIDA DE LAS DIMENSIONES.</b>	<b>NTE INEN 2 365:2005 2005-10</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el procedimiento para medir el espesor, longitud y ancho de los tableros de madera contrachapada.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DEFINICIÓN</b></p> <p>2.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones establecidas en la NTE INEN 1 156.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPÓSICIONES GENERALES</b></p> <p>3.1 Las muestras de los tableros deben ser tomadas de acuerdo a la NTE INEN 900.</p> <p>3.2 Contenido de humedad</p> <p>3.2.1 Las medidas deben efectuarse en tableros con un contenido de humedad entre 6% y 14%.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. METODO DE ENSAYO</b></p> <p>4.1 <b>Resumen.</b> Con los instrumentos de medición normalizados se establece las dimensiones de los tableros de madera contrachapada.</p> <p>4.2 <b>Equipo</b></p> <p>4.2.1 <i>Para la determinación del espesor</i></p> <p>4.2.1.1 Un instrumento de medida apropiado, teniendo superficies de medida circulares, planas y paralelas de 20 mm ± 1 mm de diámetro, siendo el área del contacto de aproximadamente 200 mm<sup>2</sup>.</p> <p>4.2.1.2 La graduación del instrumento debe permitir una lectura con una exactitud de 0,05 mm.</p> <p>4.2.2 <i>Para determinar la longitud y anchura</i></p> <p>4.2.2.1 Un instrumento de medida, que permita una lectura con una exactitud de 1 mm.</p> <p>4.3 <b>Preparación de la muestra.</b> Las muestras de los tableros deben acondicionarse como se indica en la NTE INEN 895.</p> <p>4.4 <b>Procedimiento</b></p> <p>4.4.1 <i>Determinación del espesor</i></p> <p>4.4.1.1 Hacer cuatro medidas (ver figura 1) con una exactitud de 0,1 mm, cada una aproximadamente en el medio de cada lado en una área entre 25 mm y 200 mm de los bordes; la presión aplicada será 20 kPa ± 5 kPa.</p> <p>4.4.2 <i>Determinación de longitud y anchura</i></p> <p>4.4.2.1 Medir la longitud L y el ancho B dos veces en cada tablero (ver figura 1), con una exactitud de 1 mm; estas medidas deben hacerse paralelo y a 100 mm de los bordes.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Madera, tableros de madera, dimensiones</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

**4.4 Expresión de resultados**

**4.4.1** Todos los resultados de las mediciones y sus valores aritméticos promedios deben anotarse.

**4.4.1.1** Expresión de resultados:

- espesor: con una exactitud de 0,01 mm;
- longitud: con una exactitud de 1 mm;
- anchura: con una exactitud de 1 mm.

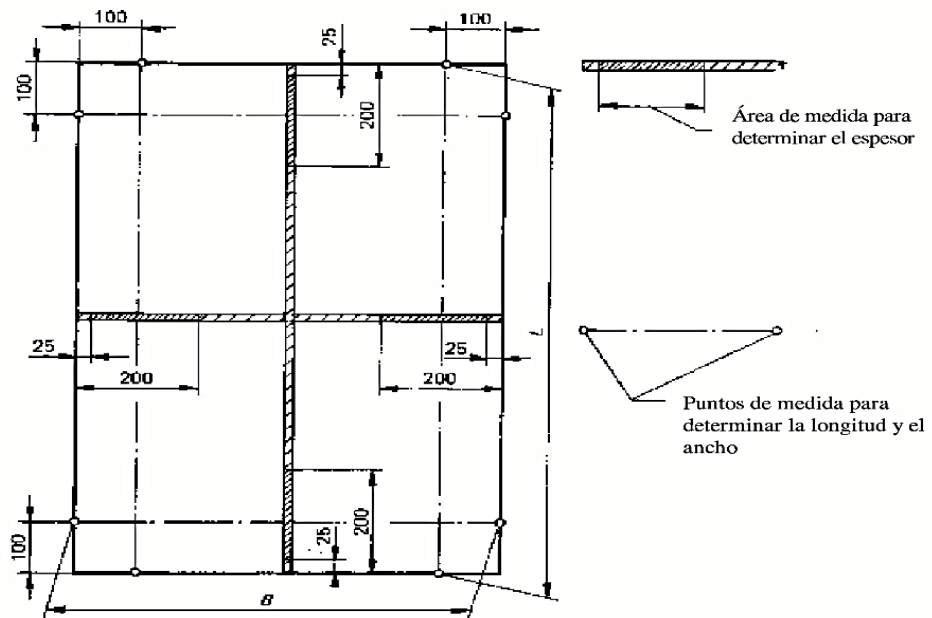
**4.5 Informe**

**4.5.1** El informe de este ensayo debe contener, si aplica, la siguiente información:

- Nombre y dirección del laboratorio de ensayo
- Informe del muestreo de acuerdo con la NTE INEN 900
- Fecha del ensayo y del informe
- Referencia a esta norma
- Tipo y espesor del tablero
- Especificaciones correspondientes del producto
- Tratamiento de la superficie, si es importante
- Equipo específico usado, en caso de diferentes posibilidades permitidas en esta norma
- Resultados obtenidos,
- Todas las desviaciones de esta norma que pueden ocurrir.

*(Continúa)*

**FIGURA 1. Medidas de las dimensiones de los tableros**



(Continúa)

**APENDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 895:2005 *Tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibra de madera (MDF). Determinación de las dimensiones de las probetas. 1ra. R.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 900:2003 *Tableros de madera contrachapada. Requisitos.*
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 156:1998 *Maderas. Terminología*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

- Norma Internacional ISO 9426 *Wood-based panels. Determination of dimensions of panel.*  
International Organization for Standardization, Geneva, 2003.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 2 365	<b>TÍTULO: TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. MEDIDA DE LAS DIMENSIONES</b>	<b>Código:</b> <b>AG 08.05-301</b>
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No.                                de publicado en el Registro Oficial No.                                de  Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Subcomité Técnico: TABLEROS DE MADERA  
 Fecha de iniciación: 2003-04-02  
 Integrantes del Subcomité Técnico: \_\_\_\_\_  
 Fecha de aprobación: 2003-07-23

**NOMBRES:**

Ing. Vinicio Noriega (Presidente)  
 Ing. Rugo Torres Merino  
  
 Ing. Rafael Díaz  
 Ing. Javier Reinoso V.  
 Ing. Pablo Albornoz  
 Ing. Fernando Villacís  
  
 Ing. Mario Taco Viteri  
 Ing. Raúl Pujos  
 Ing. Hugo Bravo  
  
 Ing. José Vega  
 Ing. Edgar Vásquez  
 Arq. Luis Fernando Moreno (Secretario Técnico)

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

ENDESA-BOTROSA S.A.  
 PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
 CATOLICA DEL ECUADOR - PUCE  
 NOVOP AN DEL ECUADOR  
 PLYWOOD ECUATORIANA S.A.  
 EDIMCA  
 COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL  
 ECUADOR  
 CAE-P  
 AGLOMERADOS COTOPAXI ACOSA-EDIMCA  
 UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
 INGENIERIA CIVIL  
 CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO  
 AIMA  
 INEN

**Otros trámites:**

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2005-08-25

Oficializada como: Voluntaria                                Por Acuerdo Ministerial No. 05 792 de 2005-09-30  
 Registro Oficial No. 128 de 2005-10-19

Norma Ecuatoriana	CDU 674.243 <b>INEN</b> TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA TERMINOLOGIA	AG 05.03-101 <b>INEN 892</b> 1982-10
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece la terminología que debe emplearse en la industria de tableros de madera contrachapada.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. TERMINOLOGIA</b></p> <p>2.1 <b>Tableros contrachapados.</b> 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>2.2 <b>Cara.</b> Es la chapa exterior del tablero de madera.</p> <p>2.3 <b>Trascara.</b> Cuando en un tablero de madera las caras son de distinta calidad, la de inferior calidad recibirá el nombre de trascara.</p> <p>2.4 <b>Chapa.</b> Hoja delgada de madera, de espesor uniforme, obtenida, por desenrollamiento, rebanado o aserrado, y que se emplea en la fabricación de madera contrachapada.</p> <p>2.5 <b>Tablero.</b> La madera contrachapada tal como se entrega al comprador. Se conoce también con el nombre de plancha.</p> <p>2.6 <b>Ensamble o junta lateral.</b> Procedimiento que consiste en pegar las chapas longitudinales por medio de máquinas empalmadoras, con el objeto de unir las y formar chapas más anchas. Las chapas pueden unirse mediante pegamento, cinta o hilos adhesivos.</p> <p>2.7 <b>Desenrollado.</b> Procedimiento por el cual la troza gira sobre un eje longitudinal contra una cuchilla, permitiendo obtener la chapa de la superficie de la troza.</p> <p>2.8 <b>Corte rebanado.</b> Aquel en el cual la madera, al pasar por la cuchilla cortadora, sigue un plano vertical, horizontal o inclinado.</p> <p>2.9 <b>Cinta engomada.</b> Papel engomado o material similar usado durante la fabricación de la madera contrachapada, para mantener unidos los lados libres de una punta o abertura de la chapa.</p> <p>2.10 <b>Cintas o hilos adhesivos.</b> Material de uso semejante a la cinta engomada.</p> <p>2.11 <b>Línea de pegamento o cola.</b> Capa de adhesivo que se coloca entre dos chapas superpuestas.</p> <p>2.12 <b>Abertura interna.</b> Hendidura, orificio o rajadura producida en una chapa interior por deslizamiento u otras causas.</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



**2.13 Defecto abierto.** El natural o de otra índole que causa hendidura o agujero en una de las caras.

**2.14 Despegue.** Separación de las chapas producida en la línea de cola.

**2.15 Grieta.** Hendidura que aparece en las caras o superficies de los tableros, producida por la separación del grano de la chapa en sentido longitudinal.

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

**2.17 Sobrepuesto o montura.** Defecto debido a la sobreposición de chapas de la misma capa que altera la uniformidad en el espesor del tablero.

**2.18 Veteado.** Figuras que presentan las superficies de las chapas.

**2.19 Alma.** Chapa inferior con la fibra transversal a la dirección del tablero.

**2.20 Cara interior.** Chapa interior con la fibra longitudinal a la dirección del tablero.

**2.21 Grano o fibra.** Es la disposición en dirección longitudinal de los elementos constitutivos de la madera; se expresa como grano recto, inclinado, entrelazado, etc.

### 3. CLASIFICACION

**3.1** Contrachapados de uso interior.

- Corrientes
- Decorativos

**3.2** Contrachapados de uso exterior.

**3.3** Contrachapados de construcciones (estructurales)

**3.4** Contrachapados de uso marino.

*(Continúa)*

**APENDICE Z****Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma Mexicana D.G.N. 14. *Madera contrachapa de pino*. Dirección general de Normas. México, 1978. Norma Colombiana ICONTEC 698. *Madera contrachapada*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1977.

Norma Mexicana D.G.N. 18. *Tableros contrachapados de maderas finas y duras tropicales*. Dirección General de Normas. México, 1976.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 892	<b>TÍTULO: TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADA. TERMINOLOGIA .</b>	<b>Código:</b> <b>AG 05.03-101</b>
-----------------------------------	---	---------------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No.      de publicado en el Registro Oficial No.      de  Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: de 1980-12-23 a 1981-03-01

Subcomité Técnico: AG 05.03 TABLEROS DE MADERA

Fecha de iniciación:      Fecha de aprobación: 1982-02-17

Integrantes del Subcomité Técnico:

**NOMBRES:**

Arq. Andres Chiriboga  
 Arq. Carlos M. Freile  
 Ing. Ra'l Quiñonez  
 Ing. Adolfo Mena  
 Ing. Roberto Peña  
 Abog. Jorge Zuburlin  
 Sr. Javier Quezada  
 Sr. Telmo Durazno  
 In. Jairo Quintero  
 Sr. Antonio Sáenz  
 Ing. Ian S. Hunt  
 Ing. Hugo Bautista  
 Ing. José Gutierrez

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

CODESA  
 COLEGIO DE ARQUITECTOS  
 ENDESA  
 PLYWOOD  
 AGLOMERADOS COTOPAZI "ACOPLAC"  
 TADESA  
 TADESA  
 ARTEPRACTICO  
 CREART  
 CHAPAS Y MADERA  
 ONUDI  
 INEN  
 INEN

---

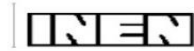
Otros trámites: ♦ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

---

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1982-10-05

Oficializada como: OBLIGATORIA  
 Registro Oficial No. 475 de 1983-04-20

Por Acuerdo Ministerial No. 121 de 1983-04-08



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 897:2005**  
**Primera revisión**

---

**TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA,  
CONTRACHAPADA Y DE FIBRAS DE MADERA (MDF).  
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE.**

**Primera Edición**

PLYWOOD BOARDS. DETERMINATION OF APPARENT DENSITY.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Madera, tableros de madera, ensayos, densidad.  
AG 08 01-303  
CDU: 674.06  
CIU: 3311  
ICS: 79.060.10

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, CONTRACHAPADA Y DE FIBRAS DE MADERA (MDF). DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE.</b>	<b>NTE INEN 897:2005 Primera revisión 2005-10</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p><b>1.1</b> Esta norma establece el método para determinar la densidad aparente de los tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF).</p> <p style="text-align: center;"><b>2. DEFINICIÓN</b></p> <p><b>2.1 Densidad aparente (DA).</b> Es el cociente de la masa de la probeta con su humedad real en gramos, para el volumen en cm<sup>3</sup>.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p><b>3.1</b> El muestreo de las piezas de ensayo será de cuerdo a lo establecido en la NTE INEN 895.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. MÉTODO DE ENSAYO</b></p> <p><b>4.1 Resumen.</b> Se determina la masa de la probeta y su volumen a una temperatura normalizada.</p> <p><b>4.2 Equipo</b></p> <p><b>4.2.1</b> Para la determinación de la longitud y ancho, se utilizará un calibrador o cualquier otro aparato de medición que permita realizar lecturas con una aproximación de 0,1 mm.</p> <p><b>4.2.2</b> Para determinar el espesor, se utilizará un micrómetro o cualquier otro instrumento de medición similar que permita realizar lecturas con una aproximación de 0,01 mm.</p> <p><b>4.2.3 Balanza.</b> Que permita realizar lecturas con una aproximación de 0,01g.</p> <p><b>4.3 Preparación de la muestra</b></p> <p><b>4.3.1</b> Las probetas deben ser de forma cuadrada de 100 mm de lado, sus bordes serán rectos y limpios. Se acondicionarán como se indica en la NTE INEN 895.</p> <p><b>4.4 Procedimiento</b></p> <p><b>4.4.1</b> Se determina la masa de la probeta con una aproximación de 0,01g.</p> <p><b>4.4.2</b> Las medidas se determinarán de acuerdo con la NTE INEN 895.</p> <p><b>4.4.3</b> Se mide el espesor en los cuatro puntos indicados en la figura 1; la media aritmética de las cuatro medidas se considerará como espesor efectivo de la probeta.</p> <p><b>4.4.4</b> Se miden la longitud y el ancho paralelamente a los lados sobre las líneas marcadas con flechas en la figura 1. Se considerará como longitud o ancho de la probeta la media aritmética de cada dos medidas paralelas.</p> <p><b>4.4.5</b> Con estas medidas se calculará el volumen de la probeta con una aproximación de 0,1 cm<sup>3</sup>.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Madera, tableros de madera, ensayos, densidad.</p>		

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

#### 4.5 Cálculos

4.5.1 La densidad aparente (DA) de cada probeta se calcula en kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ), usando la siguiente fórmula:

$$DA = \frac{m_o}{v} \times 10^6$$

En donde:

$m_o$  = masa de la probeta en gramos;  
 $v$  = volumen de la probeta en  $\text{mm}^3$ .

4.5.2 La densidad aparente de un tablero es la media aritmética de las densidades de todas las piezas de ensayo del mismo panel, expresada en  $\text{kg/m}^3$ , con aproximación a números enteros.

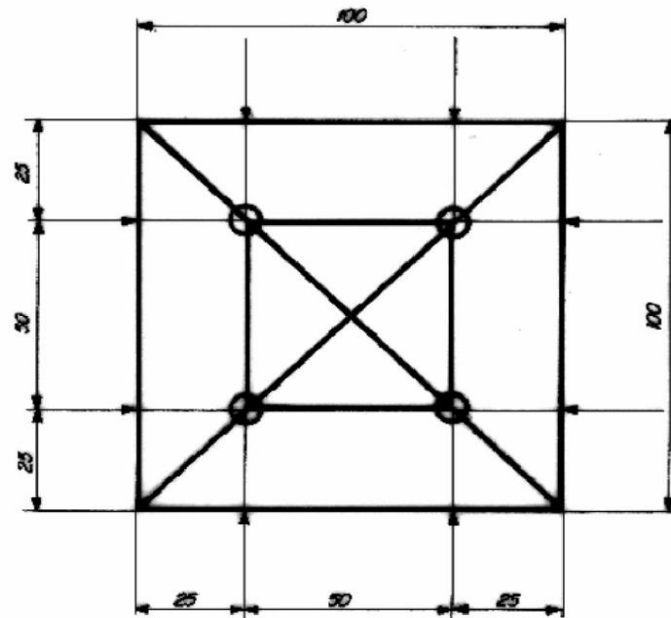
#### 4.6 Informe

4.6.1 El informe de este ensayo debe contener, si aplica, la siguiente información:

- Nombre y dirección del laboratorio de ensayo
- Informe del muestreo de acuerdo con la NTE INEN 900
- Fechas del ensayo y del informe
- Referencia a esta norma
- Tipo y espesor del tablero
- Especificaciones correspondientes del producto
- Tratamiento de la superficie si es importante
- Equipo específico usado, en caso de diferentes posibilidades permitidas en esta norma
- Resultados obtenidos
- Todas las desviaciones de esta norma que puedan ocurrir.

(Continúa)

FIGURA 1 Toma de medidas (dimensiones en mm)



○ = Zona de medida del espesor

(Continúa)

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 895:2005 *Tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF). Determinación de las dimensiones de las probetas.*

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 900:2003 *Tableros de madera contrachapada. Requisitos.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

ISO 9427 *Wood-based panels. Determination of density.* International Organization for Standardization. Geneva, 2003.

Norma Española UNE 56709. *Tableros de partículas. Ensayos. Determinación del peso específico.* Una Norma Española. Instituto Nacional de Racionalización y Normalización. Madrid, 1971.



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** NTE INEN 897  
**Primera revisión**

**TÍTULO:** TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, Código: CONTRACHAPADA Y DE FIBRAS DE MADERA (MDF). AG 08.01-303  
**DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE.**

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1982-10-05 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 118 de 1983-04-08 publicado en el Registro Oficial No. 474 de 1983-04-19  Fecha de iniciación del estudio: 2003-04-04
--	--

Fechas de consulta pública: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Subcomité Técnico: TABLEROS DE MADERA  
Fecha de iniciación: 2003-06-06  
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 2003-07-23

### NOMBRES:

Ing. Vinicio Noriega (Presidente)  
Ing. Hugo Torres Merino

Ing. Rafael Díaz  
Ing. Javier Reinoso V.  
Ing. Pablo Albornoz  
Ing. Fernando Villacís

Ing. Mario Taco Viteri  
Ing. Raúl Pujos  
Ing. Hugo Bravo

Ing. José Vega  
Ing. Edgar Vásquez  
Arq. Luis Fernando Moreno (Secretario Técnico)

### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

ENDESA-BOTROSA S.A.  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATOLICA DEL ECUADOR - PUCE  
NOVOPIAN DEL ECUADOR  
PLYWOOD ECUATORIANA S.A.  
EDIMCA  
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DEL  
ECUADOR  
CAE-P  
AGLOMERADOS COTOPAXI ACOSA-EDIMCA  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
INGENIERIA CIVIL  
CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO  
AIMA  
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2005-08-25

Oficializada como: Voluntaria  
Registro Oficial No. 127 de 2005-10-18

Por Acuerdo Ministerial No. 05 787 de 2005-09-30

ANEXO 4



Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 895:2013**  
**Segunda revisión**

---

---

**TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, CONTRACHAPADA  
Y DE FIBRA DE MADERA (MDF). DETERMINACIÓN DE LAS  
DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE ENSAYO**

**Primera edición**

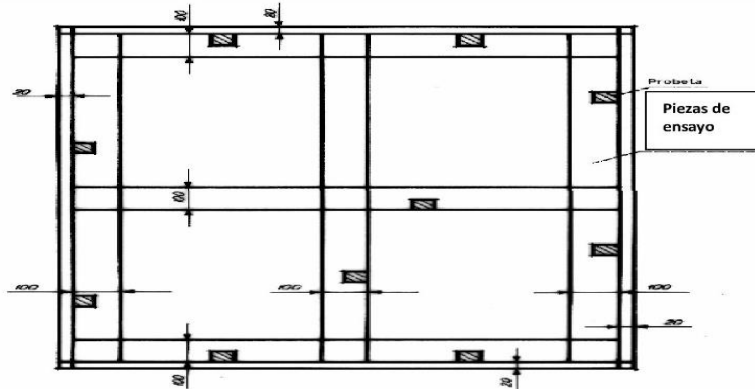
PLYWOOD AND WOOD FIBERS BOARDS. DETERMINATION OF DIMENSIONS OF TEST PIECES.

First edition

---

DESCRIPTORES: Maderas, tableros, madera aglomerada, contrachapada, fibra, dimensiones, pieza ensayo.  
AG 08.01-301  
CDU: 674.06  
CIU: 3311  
ICS: 79.060.10

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, CONTRACHAPADA Y DE FIBRA DE MADERA (MDF) DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE ENSAYO</b>	<b>NTE INEN 895:2013</b> segunda revisión 2013-06
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el método para medir el largo, ancho y espesor de las piezas de ensayo de los tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF).</p> <p style="text-align: center;"><b>2. MÉTODO DE ENSAYO</b></p> <p><b>2.1 Resumen</b></p> <p>2.1.1 Determinar el largo, ancho y espesor de las piezas de ensayo mediante la medición lineal.</p> <p><b>2.2 Equipos</b></p> <p>2.2.1 <i>Medición del espesor</i></p> <p>2.2.1.1 Micrómetro, ó cualquier otro instrumento de medición similar para realizar lecturas con una aproximación de 0,01 mm. Este equipo debe disponer de dos superficies planas, circulares y paralelas.</p> <p>2.2.2 <i>Medición del largo y ancho</i></p> <p>2.2.2.1 Calibrador. Para medir superficies de por lo menos 5 mm de ancho, graduado para permitir una lectura de 0,1 mm.</p> <p><b>2.3 Preparación de la muestra</b></p> <p>2.3.1 <i>Selección de la materia prima para las piezas de ensayo.</i> Seleccionar la materia prima para la realización de los ensayos de acuerdo con los fines de los mismos (determinación de la calidad de la madera de una masa forestal, de un árbol tipo, de una partida de madera aserrada, etc.), buscando la representatividad estadística.</p> <p>2.3.2 <i>Número de piezas de ensayo.</i> Tomar para cada ensayo, diez probetas por tablero, cinco en la dirección longitudinal y cinco en la dirección transversal, (ver Figura 1).</p> <p>2.3.3 <i>Dimensiones de las piezas de ensayo.</i> Las dimensiones de las piezas de prueba deben hacerse de conformidad con las especificaciones en el método correspondiente.</p> <p>2.3.4 <i>Acondicionamiento.</i> Consiste en almacenar las piezas de ensayo a una temperatura de <math>20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}</math> y <math>65\% \pm 5\%</math> de humedad relativa. Conservar la probeta en estas condiciones hasta obtener masa constante (si en dos medidas sucesivas llevadas a cabo en un intervalo de 24 h, no varía en más de 1%)</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Maderas, tableros, madera aglomerada, contrachapada, fibra, dimensiones, pieza ensayo.</p>		

**FIGURA 1. Toma de muestras de un tablero (dimensiones en mm).****2.4 Procedimiento****2.4.1 Puntos de Medición**

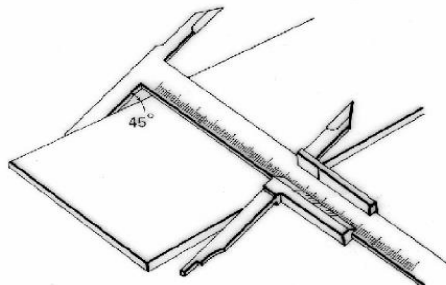
**2.4.1.1** La cantidad y la ubicación de los puntos de medida deberá guardar concordancia con la norma técnica correspondiente, según el método de prueba de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF) para el cual estas medidas son requeridas.

**2.4.2 Medir el espesor**

**2.4.2.1** Colocar suavemente el micrómetro sobre la superficie de la pieza a prueba.

**2.4.3 Medir el largo y ancho**

**2.4.3.1** Colocar suavemente y sin presión excesiva la mandíbula del calibrador a la pieza de prueba, con un ángulo aproximado de 45° al plano de la pieza de prueba, como se ve en la figura 2.

**FIGURA 2. Inclinación del calibrador en relación al plano de la pieza de ensayo**

(Continúa)

**2.5 Expresión de los resultados**

**2.5.1** El resultado de cada una de las medidas se expresarán como sigue:

- a) Espesor: lo más aproximado a 0,01 mm
- b) Longitud y ancho: lo más aproximado a 0,1 mm.

**2.5.2** El espesor, el largo y ancho de las piezas de ensayo, será el valor de la media aritmética de cada grupo de medidas, con dos decimales.

**2.5.3 Informe**

**2.5.3.1** El informe del ensayo deberá contener la siguiente información:

- a) Nombre y dirección del laboratorio de ensayo
- b) Informe del muestreo de acuerdo con la NTE INEN 900
- c) Fechas del ensayo y del informe
- d) Referencia a esta norma
- e) Tipo y espesor del tablero
- f) Especificaciones correspondientes del producto
- g) Tratamiento de la superficie si es importante
- h) Equipo específico usado, en caso de diferentes posibilidades permitidas en esta norma
- i) Resultados obtenidos
- j) Todas las desviaciones de esta norma que puedan ocurrir.

(Continúa)

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 900 *Tableros de madera contrachapada. Requisitos.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma ISO 9424:2003. *Wood-based panels. Determination of dimensions of test pieces.* International Organization for Standardization. Geneva, 2003.

Norma Española UNE 56528:1978. *Características físico mecánicas de la Madera. Preparación de las Probetas para ensayos.* Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR, Madrid 1978.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

---

**Documento:** TÍTULO: TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, Código:  
NTE INEN 895 CONTRACHAPADA Y DE FIBRA DE MADERA (MDF). AG 08.01-301  
Segunda revisión DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS  
DE ENSAYO

---

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2005-08-25 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Acuerdo Ministerial No. 05784 de 2005-09-30 publicado en el Registro Oficial No. 127 de 2005-10-18  Fecha de iniciación del estudio: 2012-07-18
--	---

---

Fechas de consulta pública: de 2012-11-22 a 2012-12-22

---

Subcomité Técnico:  
Fecha de iniciación: Fecha de aprobación:  
Integrantes del Subcomité Técnico:

### NOMBRES:

### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Mediante compromiso presidencial N° 16364, el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, en vista de la necesidad urgente, resuelve actualizar el acervo normativo en base al estado del arte y con el objetivo de atender a los sectores priorizados así como a todos los sectores productivos del país.

Para la revisión de esta Norma Técnica se ha considerado el nivel jerárquico de la normalización, habiendo el INEN realizado un análisis que ha determinado su conveniente aplicación en el país.

La Norma en referencia ha sido sometida a consulta pública por un período de 30 días y por ser considerada EMERGENTE no ha ingresado a Subcomité Técnico.

---

Otros trámites: Esta NTE INEN 895:2013 (Segunda revisión), reemplaza a la NTE INEN 895:2005 (Primera revisión)

---

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

---

Oficializada como: Voluntaria  
Registro Oficial No. 23 de 2013-06-26

Por Resolución No. 13229 de 2013-06-05



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 896:2005**  
**Primera revisión**

---

---

## **TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, CONTRACHAPADA Y DE FIBRAS DE MADERA (MDF). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.**

**Primera Edición**

PLYWOOD AND WOOD FIBERS BOARDS. DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT.

First Edition

---

DESCRIPTORES: : Madera, tableros de madera, ensayos, humedad  
AG 08.01-302  
CDU: 674.06  
CIU: 3311  
ICS: 79.060.10



# ANEXO 5

CDU: 674.06  
ICS:79.060.10



CIU: 3311  
AG 08.01-302

<p><b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b></p>	<p><b>TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, CONTRACHAPADA Y DE FIBRAS DE MADERA (MDF). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b></p>	<p><b>NTE INEN 896:2005</b> <b>Primera revisión 2005-10</b></p>
--	--	---

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

## 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad de los tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF).

## 2. DISPOSICIONES GENERALES

2.1 El muestreo de las piezas de ensayo será de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 900.

## 3. METODO DE ENSAYO

**3.1 Resumen.** La probeta se somete a secado hasta masa constante y a una temperatura normalizada.

### 3.2 Equipo

3.2.1 *Balanza.* Una balanza con una sensibilidad de 0,01 g.

3.2.2 *Estufa.* Capaz de mantener una temperatura de 103°C ± 2°C con ventilación.

### 3.3 Preparación de la muestra

3.3.1 El ensayo debe realizarse en probetas de cualquier forma y dimensión con un área total de 100 cm<sup>2</sup>, acondicionadas como se indica en la NTE INEN 895.

### 3.4 Procedimiento

3.4.1 Obtenida la probeta, medir su masa inmediatamente con una aproximación de 0,01 g; caso contrario se podría modificar su contenido de humedad inicial.

3.4.2 Una vez medida la masa de la probeta, introducir en la estufa, donde se mantiene a 103°C ± 2°C, hasta que alcance masa constante que se comprueba pesándola periódicamente, hasta que dos masas consecutivas no difieran en más del 1%.

### 3.5 Cálculos

3.5.1 El porcentaje del contenido de humedad CH, de cada probeta, se calcula lo más aproximado a 0,1%, con la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{m_0 - m_1}{m_1} \times 100$$

En donde:

m<sub>0</sub> = masa de la probeta antes del secado, en gramos;  
m<sub>1</sub> = masa de la probeta después del secado, en gramos.

3.5.2 El contenido de humedad de un tablero o de un lote de tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF), es igual al valor de la media aritmética del contenido de las probetas de éstos.

*(Continúa)*

DESCRIPTORES: Madera, tableros de madera, ensayos, humedad.

**3.6 Expresión de resultados**

**3.6.1** Determinar la pérdida de la masa de la probeta de ensayo, entre los estados, antes y después del secado.

**3.7. Informe**

**3.7.1** El informe de este ensayo deben contener, si aplica, la siguiente información:

- Nombre y dirección del laboratorio de ensayo
- Informe del muestreo de acuerdo con la NTE INEN 900
- Fechas del ensayo y del informe
- Referencia a esta norma
- Tipo y espesor del tablero
- Especificaciones correspondientes del producto
- Tratamiento de la superficie si es importante
- Equipo específico usado, en caso de diferentes posibilidades permitidas en esta norma
- Resultados expresados,
- Todas las desviaciones de esta norma que puedan ocurrir

(Continúa)

ANEXO 6



Quito – Ecuador

NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA

**NTE INEN 3110**

**TABLEROS DE PARTÍCULAS. REQUISITOS**

PARTICLEBOARDS. REQUIREMENTS.

DESCRIPTORES: tableros aglomerados, aglomerados, partículas de madera aglomerada, requisitos  
ICS: 79.060.20

13  
Páginas

<b>Norma Técnica Ecuatoriana</b>	<b>TABLEROS DE PARTÍCULAS. REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 3110:2016</b>
--	---	-------------------------------

### 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos los tableros de partículas no revestidos prensados de plano o por cilindros tal como lo define EN 309.

Los valores dados en esta norma se refieren a las propiedades del producto, pero no son valores característicos para utilización en el cálculo estructural.

Dichos valores característicos (por ejemplo para el cálculo estructural según EN 1995-1-1) vienen dados EN 12369-1 o se pueden obtener mediante ensayos según EN 789, EN 1058 y EN 1156.

Se aporta información adicional sobre propiedades complementarias concernientes a determinadas aplicaciones.

Los tableros de partículas conformes con esta norma pueden también designarse como tableros P1 a P7. Los tableros de los tipos P4 a P7 se destinan al cálculo y construcción de elementos de edificación estructurales o rigidizadores, por ejemplo en muros, forjados, cubiertas o viguetas en I (ver la Norma EN 1995-1-1 y/o normas de prestaciones).

Esta norma no se aplica a los tableros de extrusión ni a los tableros de lino que están incluidos en EN 14755 y EN 15197 respectivamente.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en esta norma y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

EN 120, *Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído. Método de extracción denominado del perforador.*

EN 309, *Tableros de partículas. Definición y clasificación.*

EN 310, *Tableros derivados de la madera. Determinación del módulo de elasticidad en flexión y de la resistencia a la flexión.*

EN 311, *Tableros derivados de la madera. Arranque de la superficie de los tableros. Método de ensayo.*

EN 317, *Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la hinchazón en espesor después de inmersión en agua.*

EN 318, *Tableros derivados de la madera. Determinación de las variaciones dimensionales originadas por los cambios de humedad relativa.*

EN 319, *Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a las caras del tablero.*

EN 321, *Tableros derivados de la madera. Determinación de la resistencia a la humedad bajo condiciones de ensayo cíclicas.*

EN 322, *Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de humedad.*

EN 323, *Tableros derivados de la madera. Determinación de la densidad.*

EN 324-1, *Tableros derivados de la madera. Determinación de las dimensiones de los tableros. Parte 1: Determinación del espesor, anchura y longitud.*

EN 324-2, *Tableros derivados de la madera. Determinación de las dimensiones de los tableros. Parte 2: Determinación, de la escuadría y rectitud de canto.*

EN 326-1, *Tableros derivados de la madera. Muestreo, despiece e inspección. Parte 1: Muestreo y despiece de probetas y expresión de resultados de ensayo.*

EN 717-1, *Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído. Parte 1: Emisión de formaldehído por el método de la cámara.*

EN 1087-1, *Tableros de partículas. Determinación de la resistencia a la humedad. Parte 1: Método de cocción.*

EN 12871, *Tableros derivados de la madera. Especificaciones y requisitos de los tableros estructurales para su utilización en forjados, muros y cubiertas.*

EN 13986, *Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado.*

ISO 3340, *Tableros de fibras duros. Determinación del contenido de arena.*

### 3. DEFINICIONES

Para efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en las normas EN 13986 y EN 309 y las que a continuación se detallan:

#### 3.1

##### **ambiente seco**

Ambiente definido por la clase de servicio 1 según EN 1995-1-1 para los tableros estructurales, caracterizado por un contenido de humedad en el material correspondiente a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa del aire que solo sobrepasa el 65% durante algunas semanas al año.

#### 3.2

##### **ambiente húmedo**

Ambiente definido por la clase de servicio 2 según la norma EN 1995-1-1, caracterizado por un contenido de humedad en el material correspondiente a una temperatura de 20°C y una humedad relativa del aire que solo sobrepasa el 85% durante algunas semanas al año.

#### 3.3

##### **utilización general**

Cualquier aplicación no estructural, por ejemplo, mobiliario y aplicaciones de interior.

#### 3.4

##### **estructural**

Utilización en una estructural portante, por ejemplo un conjunto de elementos ensamblados previsto para aportar resistencia mecánica y estabilidad.

### 4. CLASIFICACIÓN

Los tableros de partículas se clasifican en los siguientes tipos:

- P1 Tableros para utilización general en ambiente seco;
- P2 Tableros para aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario) en ambiente seco;
- P3 Tableros no estructurales para utilización en ambiente húmedo;

- P4 Tableros estructurales para utilización en ambiente seco;
- P5 Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo;
- P6 Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente seco;
- P7 Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo.

## **5. REQUISITOS**

### **5.1 Requisitos Generales para todos los tipos de tableros**

Los tableros de partículas deben cumplir a su salida de fábrica con los requisitos generales establecidos en la Tabla 1. Para determinados tipos o aplicaciones de los tableros de partículas (ver EN 12871) se requieren tolerancias especiales para las propiedades dimensionales relacionadas bajo el epígrafe n°1. En el caso de los tableros cortados a medida, o de tableros con mecanizaciones adicionales (como por ejemplo machihembrado o similares), se pueden acordar tolerancias especiales para las propiedades 1,2 y 3.

**TABLA 1. Especificaciones generales a la salida de fábrica**

Propiedad	Método de ensayo	Requisito
Tolerancia sobre las Dimensiones nominales <sup>a</sup>	EN 324-1	± 0,3 mm
- Grosor (tableros lijados), en n mismo tablero y entre tableros		- 0,3 mm + 1,7 mm
- Grosor (tableros no lijados), en un mismo tablero y entre tableros		
- Longitud y anchura		± 5 mm
Tolerancia en rectitud de cantos <sup>a</sup>	EN 324-2	1,5 mm por m
Tolerancia en escuadría <sup>a</sup>	EN 324-2	2 mm por m
Contenido de Humedad	EN 322	de 5% a 13%
Tolerancia sobre la densidad media dentro de un tablero <sup>a</sup>	EN 323	± 10%
Emisión de formaldehído según la norma EN 13986 <sup>b</sup>		
Clase E1		
Valor del perforador <sup>d</sup>	EN 120	Contenido ≤ 8mg/100 g de tablero seco
Emisión del formaldehído <sup>c</sup>	EN 717-1	Emisión ≤ 0,124 mg/m <sup>3</sup> de aire
- Clase E2		
Valor del perforador	EN 120	Contenido > 8mg/100 g y ≤ 20 mg/100 g de tablero seco
Emisión del formaldehído <sup>c</sup>	EN 717-1	Emisión □ 0,124 mg/m <sup>3</sup> de aire y ≤ 0,3 mg/m <sup>3</sup> de aire

<sup>a</sup> Estos valores están referidos a una humedad en el material que se corresponde con una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

<sup>b</sup> Los valores del perforador se refieren a un contenido de humedad del material H del 6,5%. En el caso de tableros de partículas con contenidos de humedad diferentes (en el rango de 3% ≤ H ≤ 10%), el valor del perforador debe multiplicarse por un factor F que puede calcularse según la siguiente ecuación:  
 $F = -0,133 H + 1,86$

<sup>c</sup> Se requiere como ensayo inicial de tipo. Para productos establecidos, el ensayo inicial de tipo puede realizarse también sobre la base de los datos existentes partiendo de ensayos realizados según EN 120 o según EN 717-1, en el contexto del control de la producción en fábrica o de un control externo.

<sup>d</sup> La experiencia demuestra que para asegurar el cumplimiento con estos límites, la media móvil de los valores según EN 120 obtenidos en el control interno de la producción en fábrica sobre un periodo de medio año, no debería superar 6,5 mg HCHO/100 g de masa de tablero.

NOTA En algunos países solo se admiten los productos de la clase de formaldehído E1.

## 5.2 Valores requeridos

Los requisitos de las tablas 2 a 11 son los valores correspondientes al percentil del 5% (percentil del 95% en el caso de la hinchazón en grosor) basados en los valores medios de los tableros tomados individualmente y calculados según EN 326-1. En el caso de la hinchazón en grosor deben ser iguales o menores que los valores de las tablas 2 a 11 y para el resto de las propiedades deben ser iguales o mayores que los valores de las tablas 2 a 11.

Los valores de las tablas 2 a 11 para la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad se aplican a los resultados de ensayo obtenidos en la dirección más débil del plano del tablero.

En el caso de los tableros listos para utilización, el fabricante puede ensayar el tablero solo en la dirección principal si ello queda claramente indicado sobre éstos.

### 5.3 Requisitos de los tableros de uso general para utilización en ambiente seco (TIPO P1)

Los tableros de este tipo deben cumplir los requisitos dados en las tablas 1 y 2.

**TABLA 2 – Tableros de uso general para utilización en ambiente seco (Tipo P1). Requisitos para las propiedades mecánicas especificadas**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito							
			Rango de grosor (nominal en mm)							
			<3	3 a 6	> 6 a 13	>13 a 20	> 20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	11,5	11,5	10,5	10	10	8,5	7	5,5
Cohesión interna	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,31	0,31	0,28	0,24	0,20	0,17	0,14	0,14

NOTA Los valores se caracterizan por un contenido de humedad en el material correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

### 5.4 Requisitos de los tableros para aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario) utilizados en ambiente seco (tipo P2)

Los tableros de este tipo deben cumplir los requisitos dados en las tablas 1 y 3.

**TABLA 3 – Tableros para aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario) para utilización en ambiente seco (Tipo P2). Requisitos para las propiedades mecánicas especificadas**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito								
			Rango de grosor (nominal en mm)								
			<3	3 a 4	> 4 a 6	>6 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	13	13	12	11	11	10,5	9,5	8,5	7
Módulo de elasticidad en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	1 800	1 800	1 950	1 800	1600	1 500	1 350	1 200	1 050
Cohesión interna	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,45	0,45	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,20
Resistencia al arranque de superficie	EN 311	N/mm <sup>2</sup>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

NOTA Los valores se caracterizan por un contenido de humedad en el material correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

### 5.5 Requisitos de los tableros no estructurales para utilización en ambiente húmedo (Tipo P3)



Los tableros de este tipo deben cumplir los requisitos dados en las tablas 1, 4 y 5.

### 5.5.1 Propiedades mecánicas y de hinchazón

**TABLA 4 – Tableros no estructurales utilizados en ambiente húmedo (P3). Requisitos para las propiedades mecánicas y de hinchazón especificadas**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito								
			Rango de grosor (nominal en mm)								
			<3	3 a 4	> 4 a 6	>6 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	13	13	14	15	14	12	11	9	7,5
Módulo de elasticidad en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	1 800	1 800	1 950	2 050	1 950	1 850	1 700	1 550	1 350
Cohesión interna	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
Hinchazón en grosor 24 h	EN 317	%	25	23	20	17	14	13	13	12	12

NOTA Los valores para las propiedades en flexión, cohesión interna e hinchazón en grosor se caracterizan por un contenido de humedad en el material correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

### 5.5.2 Resistencia a la humedad

**TABLA 5. Tableros no estructurales utilizados en ambiente húmedo (P3). Requisitos para la resistencia a la humedad**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito								
			Rango de grosor (nominal en mm)								
			<3	3 a 4	> 4 a 6	>6 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
OPCIÓN 1 Cohesión interna después de ensayo cíclico	EN 321	N/mm <sup>2</sup>	0,18	0,18	0,18	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08
Hinchazón en grosor después de ensayo cíclico	EN 321	%	15	15	14	14	13	12	12	11	11
OPCIÓN 2 Cohesión interna después de ensayo de cocción	EN 1087-1	N/mm <sup>2</sup>	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06

NOTA Los valores de cohesión interna y de hinchazón en grosor después de tratamiento según la opción 1 se caracterizan por un contenido de humedad del material (antes del ensayo cíclico) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

Los valores de cohesión interna y de hinchazón en grosor después de tratamiento según la opción 2 se caracterizan por un contenido de humedad del material (antes del ensayo de cocción) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

Los requisitos para la resistencia a la humedad, y cuando sea de aplicación para la hinchazón, dependen del método de ensayo empleado para evaluar estas propiedades. Por ello, se

establecen en la tabla 5 dos juegos de requisitos (opción 1 y opción 2), que se corresponden con los dos métodos de evaluación principales reconocidos.

Los requisitos de la opción 1 se aplican a los tableros sometidos a un ensayo de envejecimiento acelerado, llamado "ensayo cíclico en medio húmedo", descrito en EN 321. Los requisitos de la opción 2 se aplican a los tableros sometidos a un ensayo llamado "ensayo de cocción" descrito en EN 1087-1. No hay restricción para los adhesivos o sistemas adhesivos adecuados para la aplicación de la opción 1 y la opción 2.

El contenido en álcalis de los tableros no debe superar el 2,0% respecto al peso seco en estufa y el grosor total (ensayado analíticamente) no debe superar el 1,7% en las capas exteriores (por cálculo).

#### 5.6 Requisitos de los tableros estructurales para utilización en ambiente seco (tipo p4)

Los tableros de este tipo deben cumplir los requisitos dados en las tablas 1 y 6.

**TABLA 6. Tableros estructurales para utilización en ambiente seco (Tipo P4).  
Requisitos para las propiedades mecánicas y de hinchazón especificadas**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito									
			Rango de grosor (nominal en mm)									
			<3	3 a 4	> 4 a 6	>6 a 10	>10 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	14	15	16	16	16	15	13	11	9	7
Módulo de elasticidad en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	1 800	1 950	2 200	2 300	2 300	2 300	2 050	1 850	1 500	1 200
Cohesión interna	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,20
Hinchazón en grosor 24 h	EN 317	%	25	25	21	19	16	15	15	15	14	14

Si se sabe por el comprador que los tableros están destinados a utilizaciones específicas en forjados, muros o cubiertas, debe consultarse también EN 12871. Esto puede suponer el cumplimiento de requisitos complementarios.

NOTA Los valores para las propiedades de flexión, cohesión interna e hinchazón en grosor se caracterizan por un contenido de humedad en el material (antes del tratamiento en el caso de hinchazón en grosor) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C

20 °C.

#### 5.7 Requisitos de los tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo (Tipo P5)

Los tableros de este tipo deben cumplir los requisitos dados en las tablas 1,7 y 8.

##### 5.7.1 Propiedades mecánicas y de hinchazón

**TABLA 7. Tableros estructurales utilizados en ambiente húmedo (Tipo P5).  
Requisitos para las propiedades mecánicas y de hinchazón especificadas**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito									
			Rango de grosor (nominal en mm)									
			<3	3 a 4	> 4 a 6	>6 a 10	>10 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	16	18	19	18	18	16	14	12	10	9
Módulo de elasticidad en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	2 000	2 400	2 450	2 550	2 550	2 400	2 150	1 900	1 700	1 550
Cohesión interna	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
Hinchazón en grosor 24 h	EN 317	%	16	16	14	13	11	10	10	10	9	9

Si se sabe por el comprador que los tableros están destinados a utilizaciones específicas en forjados, muros o cubiertas, debe consultarse también EN 12871. Esto puede suponer el cumplimiento de requisitos complementarios.

NOTA Los valores para las propiedades de flexión, cohesión interna e hinchazón en grosor se caracterizan por un contenido de humedad en el material (antes del tratamiento en el caso de hinchazón en grosor) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C

### 5.7.2 Resistencia a la humedad

**TABLA 8. Tableros estructurales utilizados en ambiente húmedo (Tipo P5).  
Requisitos para la resistencia a la humedad**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito									
			Rango de grosor (nominal en mm)									
			<3	3 a 4	> 4 a 6	> 6 a 10	>10 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
OPCIÓN 1	EN 321	N/mm <sup>2</sup>	0,30	0,30	0,30	0,25	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,12
Cohesión interna después de ensayo cíclico		%										
Hinchazón en grosor después de ensayo cíclico	EN 321		12	12	12	12	12	12	11	10	9	9
OPCIÓN 2	EN 1087-1	N/mm <sup>2</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09
Cohesión interna después de ensayo de cocción												

NOTA Los valores de cohesión interna y de hinchazón en grosor después de tratamiento según la opción 1 se caracterizan por un contenido de humedad del material (antes del ensayo cíclico) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

Los valores de cohesión interna y de hinchazón en grosor después de tratamiento según la opción 2 se caracterizan por un contenido de humedad del material (antes del ensayo de cocción) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

Los requisitos para la resistencia a la humedad, y cuando sea de aplicación para la hinchazón, dependen del método de ensayo empleado para evaluar estas propiedades. Por ello, se establecen en la tabla 8 dos juegos de requisitos (opción 1 y opción 2), que se corresponden con los dos métodos de evaluación principales reconocidos.

Los requisitos de la opción 1 se aplican a los tableros sometidos a un ensayo de envejecimiento acelerado, llamado "ensayo cíclico en medio húmedo", descrito en EN 321. Los requisitos de la opción 2 se aplican a los tableros sometidos a un ensayo llamado "ensayo de cocción" descrito en EN 1087-1. No hay restricción para los adhesivos o sistemas adhesivos adecuados para la aplicación de la opción 1 y la opción 2.

El contenido en álcalis de los tableros no debe superar el 2,0% respecto al peso seco en estufa y el grosor total (ensayado analíticamente) no debe superar el 1,7% en las capas exteriores (por cálculo).

#### 5.8 Requisitos de los tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente seco (Tipo P6)

Los tableros de este tipo deben cumplir los requisitos dados en las tablas 1 y 9

**TABLA 9 – Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente seco (Tipo P6). Requisitos para las propiedades mecánicas y de hinchazón especificadas**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito								
			Rango de grosor (nominal en mm)								
			3 a 4	> 4 a 6	>6 a 10	> 10 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	18	20	20	20	18	16	15	14	12
Módulo de elasticidad en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	2 800	2 900	3 150	3 150	3 000	2 550	2 400	2 200	2 050
Cohesión interna	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,65	0,65	0,60	0,60	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25
Hinchazón en grosor 24 h	EN 317	%	18	16	16	16	15	15	15	14	14

Si se sabe por el comprador que los tableros están destinados a utilizaciones específicas en forjados, muros o cubiertas, debe consultarse también EN 12871. Esto puede suponer el cumplimiento de requisitos complementarios.

NOTA Los valores para las propiedades de flexión, cohesión interna e hinchazón en grosor se caracterizan por un contenido de humedad en el material (antes del tratamiento en caso de hinchazón en grosor) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

#### 5.9 Requisitos de los tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo (Tipo P7)

Los tableros de este tipo deben cumplir los requisitos dados en las tablas 1, 10 y 11.

##### 5.9.1 Propiedades mecánicas y de hinchazón

**Tabla 10 – Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo (Tipo P7). Requisitos para las propiedades mecánicas y de hinchazón especificadas**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito								
			Rango de grosor (nominal en mm)								
			3 a 4	> 4 a 6	>6 a 10	> 10 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	20	21	22	22	20	18,5	17	16	15
Módulo de elasticidad en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	3 000	3 100	3 350	3 350	3 100	2 900	2 800	2 600	2 400
Cohesión interna	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
Hinchazón en grosor 24 h	EN 317	%	10	10	10	10	10	10	10	9	9

Si se sabe por el comprador que los tableros están destinados a utilizaciones específicas en forjados, muros o cubiertas, debe consultarse también la norma EN 12871. Esto puede suponer el cumplimiento de requisitos complementarios.

NOTA Los valores para las propiedades de flexión, cohesión interna e hinchazón en grosor se caracterizan por un contenido de humedad en el material (antes del tratamiento en caso de hinchazón en grosor) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

### 5.8.2 Resistencia a la humedad

**Tabla 11 – Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo (Tipo P7). Requisitos para la resistencia a la humedad**

Propiedad	Método de ensayo	Unidad	Requisito								
			Rango de grosor (nominal en mm)								
			3 a 4	> 4 a 6	>6 a 10	> 10 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
OPCIÓN 1 Cohesión interna después de ensayo cíclico	EN 321	N/mm <sup>2</sup>	0,45	0,44	0,41	0,41	0,36	0,33	0,38	0,25	0,20
Hinchazón en grosor después de ensayo cíclico	EN 321	%	11	11	11	11	11	10	9	8	8
OPCIÓN 2 Cohesión interna después de ensayo de cocción	EN 1087-1	N/mm <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,20	0,18	0,17	0,15

NOTA Los valores de cohesión interna y de hinchazón en grosor después de tratamiento según la opción 1 se caracterizan por un contenido de humedad del material (antes del ensayo cíclico) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

Los valores de cohesión interna y de hinchazón en grosor después de tratamiento según la opción 2 se caracterizan por un contenido de humedad del material (antes del ensayo de cocción) correspondiente a una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.

Los requisitos para la resistencia a la humedad, y cuando sea de aplicación para la hinchazón, dependen del método de ensayo empleado para evaluar estas propiedades. Por ello, se establecen en la tabla 11 dos juegos de requisitos (opción 1 y opción 2), que se corresponden con los dos métodos de evaluación principales reconocidos.

Los requisitos de la opción 1 se aplican a los tableros sometidos a un ensayo de envejecimiento acelerado, llamado "ensayo cíclico en medio húmedo", descrito en EN 321. Los requisitos de la opción 2 se aplican a los tableros sometidos a un ensayo llamado "ensayo de cocción" descrito en EN 1087-1. No hay restricción para los adhesivos o sistemas adhesivos adecuados para la aplicación de la opción 1 y la opción 2.

El contenido en álcalis de los tableros no debe superar el 2,0% respecto al peso seco en estufa y el grosor total (ensayado analíticamente) no debe superar el 1,7% en las capas exteriores (por cálculo).

#### 5.10 Propiedades complementarias

Para ciertas aplicaciones podría requerirse información sobre determinadas propiedades de la tabla 12. Si se solicita, el fabricante del tablero debe aportar esta información, utilizando en este caso los métodos de ensayo relacionados en la tabla 12

**TABLA 12 – Propiedades complementarias y métodos de ensayo**

Propiedad	Método de Ensayo
Densidad	EN 323
Estabilidad dimensional	EN 318
Tracción superficial	EN 311
Hinchazón en grosor	EN 317
Contenido de arena	EN 3340

Para ciertas aplicaciones puede requerirse información sobre determinadas propiedades no incluidas en la tabla 12. Por ejemplo, en EN 13986, se aporta información sobre la conductividad térmica, la permeabilidad al vapor de agua y el comportamiento al fuego de los tableros de partículas.

**ANEXO A**  
**(Normativo)**

**SISTEMA DE CÓDIGO DE COLOR PARA LOS TABLEROS DE PARTÍCULAS**

Se emplean en cada caso dos colores. El primer color define la aplicación del tablero bien para usos generales, o bien para aplicación estructural (se aplican una o dos franjas de este color). El segundo color identifica el tablero como apto para su utilización en ambiente seco o húmedo.

Los colores utilizados son los siguientes:

- Primer color - blanco: uso general;
- Primer color - amarillo: aplicación estructural;
- Segundo color - azul: ambiente seco;
- Segundo color - verde: ambiente húmedo.

**Tabla A.1 – Código de colores para los tableros de partículas**

Especificación	Código de color	Tipo de tablero
Uso general, seco	blanco, blanco, azul	P1
Aplicaciones interiores, seco	blanco, azul	P2
No estructural, húmedo	blanco, verde	P3
Estructural, seco	amarillo, amarillo, azul	P4
Estructural, húmedo	amarillo, amarillo, verde	P5
Estructural de alta prestación, seco	amarillo, azul	P6
Estructural de alta prestación, húmedo	amarillo, verde	P7

## ANEXO 7

### PROPUESTA

### PRUEBAS MECANICAS-ENSAYO DE COMPRESION



Ilustración 75



Ilustración 76

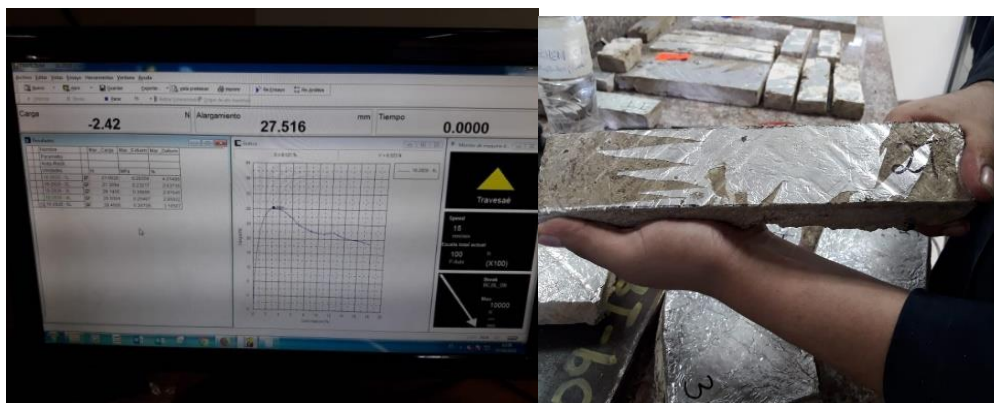


Ilustración 77

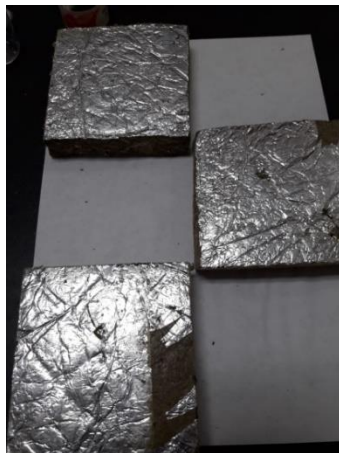




**Ilustración 78**



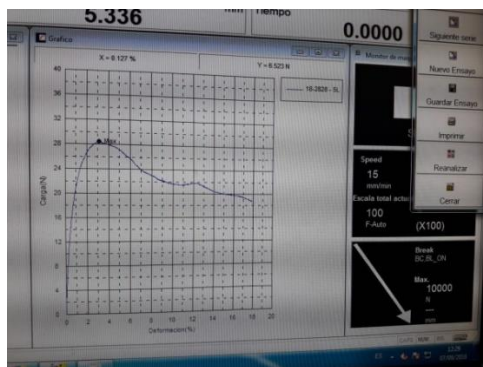
**Ilustración 79**



**Ilustración 80**



**Ilustración 81**



**Ilustración 82**



**Ilustración 83**

Carga -2.44 N Alargamiento

Resultados

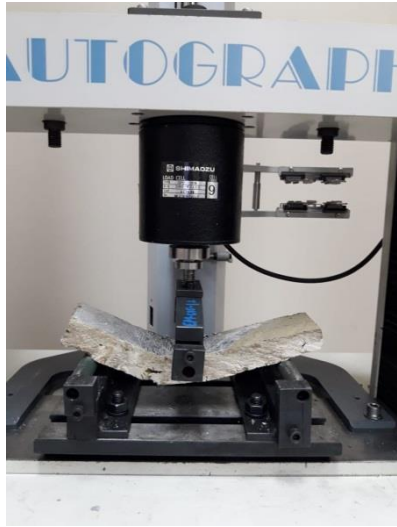
Nombre	Max_Carga	Max_Esfuerz	Max_Deform
Parametro			
Acep_RRech.			
Unidades			
	N	MPa	%
18-2828 - 1L	21.0825	0.26359	4.01489
18-2828 - 2L	21.3094	0.23217	2.83735
18-2828 - 3L	20.1406	0.36895	2.97445
18-2828 - 4L	20.5094	0.25487	2.85002
18-2828 - 5L	20.4488	0.28708	3.18567

**Ilustración 84**



**Ilustración 85**

## ENSAYO DE FLEXION



**Ilustración 86**



**Ilustración 87**



**Ilustración 88**



**Ilustración 89**



**Ilustración 90**



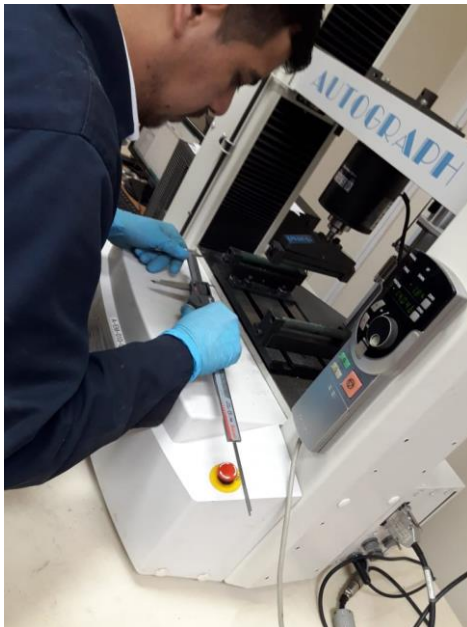
**Ilustración 91**



**Ilustración 92**



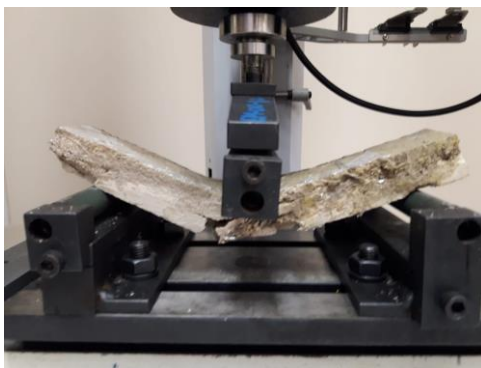
**Ilustración 93**



**Ilustración 94**



**Ilustración 95**



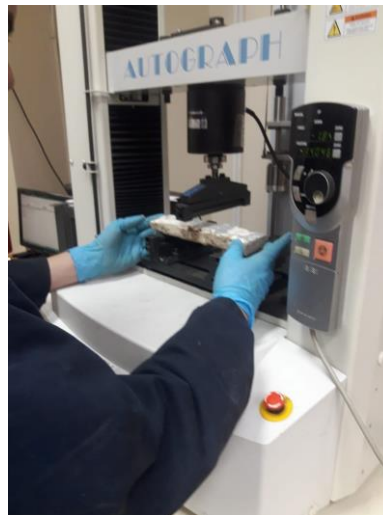
**Ilustración 96**



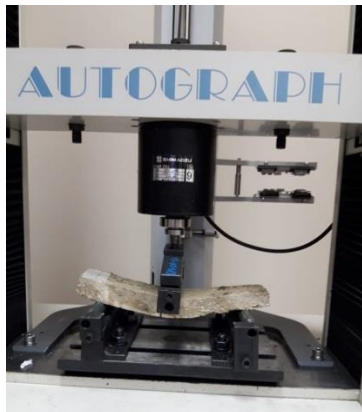
**Ilustración 97**



**Ilustración 98**



**Ilustración 99**



**Ilustración 100**



**Ilustración 101**



**Ilustración 102**

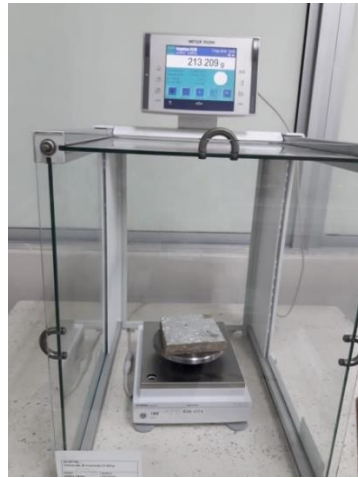


**Ilustración 103**

## ENSAYO DE DENSIDAD



**Ilustración 104**



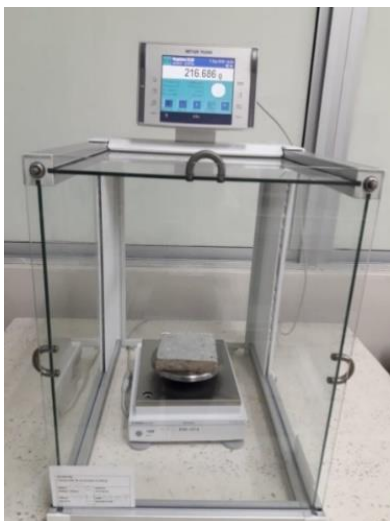
**Ilustración 105**



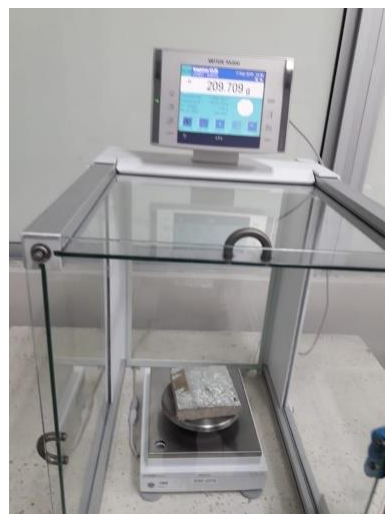
**Ilustración 106**



**Ilustración 107**



**Ilustración 108**



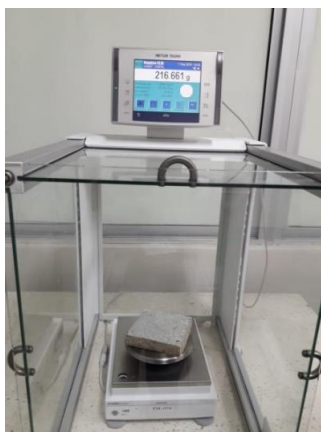
**Ilustración 109**



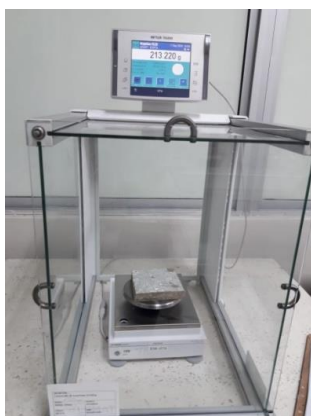
**Ilustración 110**



**Ilustración 111**



**Ilustración 112**



**Ilustración 113**



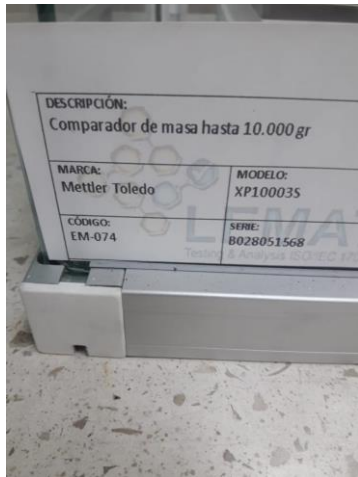
**Ilustración 114**



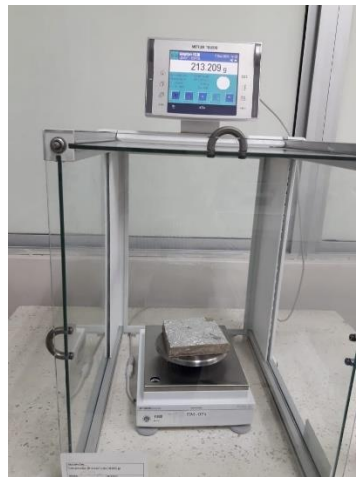
**Ilustración 115**



**Ilustración 116**



**Ilustración 117**



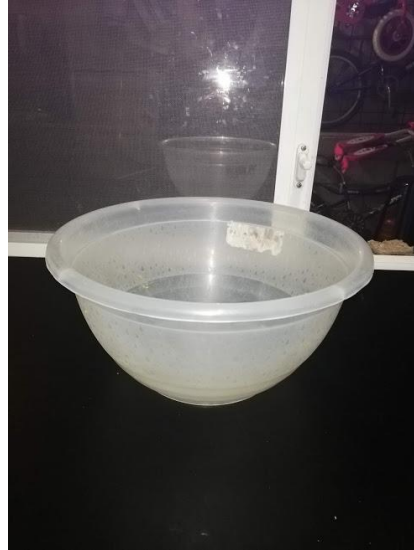
**Ilustración 118**

## ANEXO 8

### MATERIALES Y PROCESOS DEL LOS PROTOTIPOS.



**Ilustración 119**



**Ilustración 120**



**Ilustración 121**



**Ilustración 122**



**Ilustración 123**



**Ilustración 124**





**Ilustración 125**



**Ilustración 126**



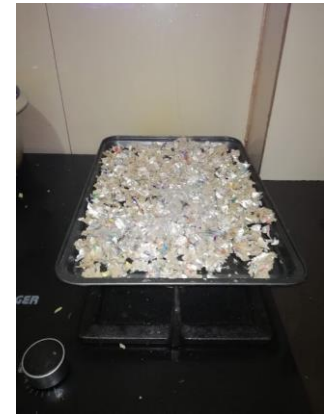
**Ilustración 127**



**Ilustración 128**



**Ilustración 129**



**Ilustración 130**



**Ilustración 131**



**Ilustración 132**



**Ilustración 133**



**Ilustración 134**



**Ilustración 135**



**Ilustración 136**



**Ilustración 137**



**Ilustración 138**



**Ilustración 139**



**Ilustración 140**



**Ilustración 141**



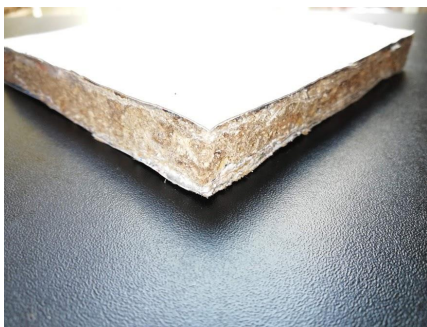
**Ilustración 142**



**Ilustración 143**



**Ilustración 144**



**Ilustración 145**



**Ilustración 146**



**Ilustración 147**



**Ilustración 148**




**Ilustración 149**



**Ilustración 150**

# RESULTADOS DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES.

**Laboratorio de Ensayos  
Metroológicos y de  
Materiales  
LEMAT-ESPOL**



**LEMAT**  
Laboratory & Analysis

**INFORME DE ENSAYOS/  
CERTIFICADO DE  
CALIBRACIÓN**

---

Hoja: 2 de 8  
Nº de Informe: 18-244

Edición: 1  
Fecha de emisión: 11/09/2018  
Número de orden: 01-1386-18

**ENSAYO DE FLEXIÓN**

**NORMA DE ENSAYO:**  
Método Interno

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE:**  
Producto: Tableros de utetraxok y aserrín

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO:**  
Equipos utilizados: ME.3E 10 LN (A-124-010)  
Pie de Rey: (A-124-111)  
Distancia entre soportes: 175 mm  
Diámetro de los rodillos: 15 mm  
Velocidad de ensayo: 15 mm/min.

**CONDICIONES AMBIENTALES:**  
Temperatura (med./real.): 21.9°C / 20.9°C  
Humedad (med./real.): 66.9% / 50.7%

Código de submuestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Carga Máxima (N)	Alargamiento antes de la rotura (mm)
18-2828-1T	23.73	49.89	22.9	13.7
18-2828-2T	25.70	50.34	26.4	11.8
18-2828-3T	25.32	50.48	29.5	5.4
18-2828-4T	26.55	50.62	36.4	8.0
18-2828-5T	26.34	49.80	23.4	7.6
<b>Promedio</b>			25.7	9.3
<b>Incertidumbre expandida (k=2)</b>			7.8	1.5

Tabla 1. Resultados. Ensayo de flexión

**OBSERVACIONES:**

- La muestra y la información de la misma fue proporcionada por el cliente.
- La extensión de las muestras fue realizada en sentido transversal (T).
- La incertidumbre en la medición fue calculada con un factor de cobertura k=2 y con un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

**NOTA:** Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del S.I.E.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS ORGANISMOS ACREDITADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación previa del LEMAT.

Dirección: Caspita "Distrito General" Km. 15.7 vía provincial, cantón de la Oña, Santa Cecilia.

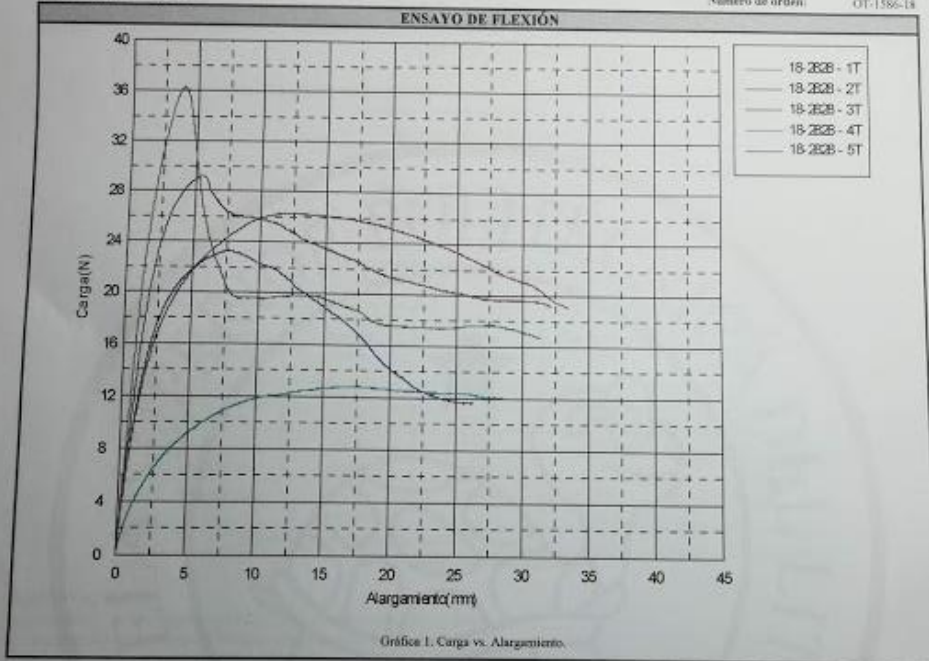
Tel: (593-0228029) - Teléfono: 228117

E-mail: [informes@lema.espol.edu.ec](mailto:informes@lema.espol.edu.ec)

842231-01

Hoja: 3 de 8  
N° de Informe: 18-244

Edición: 5  
Fecha de emisión: 11/09/2018  
Número de orden: OT-1586-18



*OTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.*

**LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.**

*Prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.*

*Mapa: Campus "Gustavo Guzmán" Km. 30.5 vía perimetral, costado a la Cilla Santa Cecilia.*

*Teléfono: 42289293 - Teléfono: 2260373*

*URL: [www.lemat.edu.ec](http://www.lemat.edu.ec)*

*2018-05*

Hoja: 4 de 4  
N° de informe: 18-244

Fecha de emisión: 11/09/2018  
Número de orden: 07-1590-18

**ENSAYO DE FLEXIÓN**

**NORMA DE ENSAYO:**

Método Intero

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE:**

Producto: Tableros de intrapack y aserrín

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO:**

Equipo utilizado: MUE 10 EN (A-EM008)

Pla de Rey (A-0M-111)

Distancia entre soportes: 175 mm

Diámetro de los rodillos: 15 mm

Velocidad de ensayo: 15 mm/min

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

Temperatura (máx./mín.): 21.9°C / 20.5°C

Humedad (máx./mín.): 66.8% / 50.7%

Código de submuestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Carga Máxima (N)	Ablanzamiento antes de la rotura (mm)
18-2828-1L	23.33	50.36	23.1	8.9
18-2828-2L	23.96	49.86	21.3	6.1
18-2828-3L	19.88	50.66	28.1	7.6
18-2828-4L	20.88	50.03	20.5	7.1
18-2828-5L	22.79	50.12	28.5	7.1
<b>Promedio</b>			23.8	7.4
<b>Incertidumbre expandida (k=2)</b>			3.7	0.6

Tabla 2. Resultados. Ensayo de flexión.

**OBSERVACIONES:**

- La muestra y la información de la misma fue proporcionada por el cliente.
- La extracción de las muestras fue realizada en sentido longitudinal (L).
- La incertidumbre en la medición fue calculada con un factor de cobertura  $k=2$  y con un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

*Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación*

**ESTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS GRUPOS ENSEÑADOS O CALIBRADOS.**

La reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT,

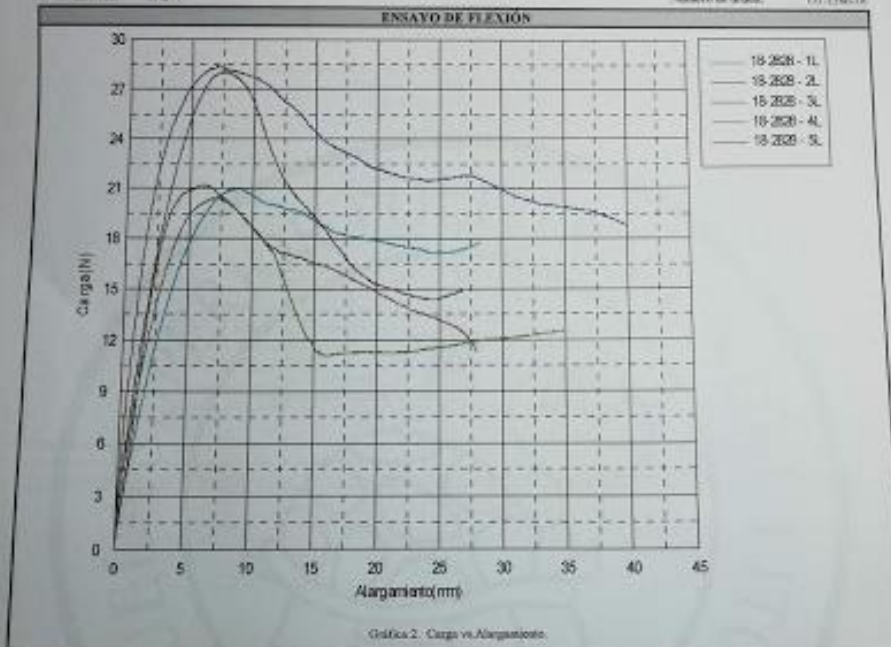
Campus "Guillermo Galindo" Km. 20.3 vía panamericana, Santiago de la Caba, Santo Domingo

62288291 - Teléfono: 22891771

espol@espol.edu.do

Hoja: 5 de 6  
Nº de informe: 18-244

Fecha de emisión: 31/05/2018  
Número de orden: 07-1360-18



*OTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del S. V. RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENLAZADOS O CALIBRADOS.*  
mediante la reproducción total o parcial del presente informe, sin su aprobación escrita del LEMAT.  
Español: Campus "Guillermo Galvani" Av. 203 vía principal, Santiago de Chile, Santiago, Chile.  
Tel: +56-2-2980185 - Teléfono: 2299377  
e-mail: [informes@lema.cl](mailto:informes@lema.cl)  
229-47

Hoja: 6 de 8  
N° de informe: 18-258

Fecha de emisión: 11/06/2018  
Número de orden: OT-1596-18

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

NORMA DE ENSAYO:  
Módulo Interno

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE:

Producto: Tablones de unipack y serrín.

INFORMACIÓN DEL ENSAYO:

Equipos utilizados: M9.E-500.120 (A-EM-505)

Plat. d. Esc. (A-26-111)

Velocidad de ensayo: 10 mm/min.

CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura (mín./máx.): 21.4°C / 22.6°C

Humedad (mín./máx.): 62.9% / 59.7%

Código de submuestra	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kN)	Alargamiento antes de la rotura (mm)
18-2528-1	100.35	25.51	100.12	95.8	11.2
18-2528-2	100.34	25.31	101.32	98.2	8.8
18-2528-3	100.46	23.64	100.32	71.3	11.9
18-2528-4	100.45	23.84	101.30	87.3	13.8
18-2528-5	100.34	22.89	100.24	74.8	8.8
Promedio				73.2	10.7
Incertidumbre expandida (k=2)				8.9	0.8

Tabla 5. Resultados. Ensayo de compresión.

**OBSERVACIONES:**

- La muestra y la información de la misma fue proporcionada por el cliente.
- La incertidumbre en la medición fue calculada con un factor de cobertura k=2 y con un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

**NOTA:** Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se incluyan en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAI.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN EXCLUSIVAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total y parcial del presente informe, salvo autorización escrita del LEMAT.

Dirección: Calle "Vesperto Galindo" Km. 16.3 vía carretera, congreso a la Calle Santa Cecilia.

Tel: (503) 41249199 / Teléfono 2000177

E-mail: [informes@lemat.es](mailto:informes@lemat.es)

MG231-01



Hoja: 6 de 8  
N° de Informe: 18-244

Edición: 5  
Fecha de emisión: 11/05/2018  
Número de orden: 07-1385-18

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

**NORMA DE ENSAYO**

Método Interno

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

Producto: Tableros de tetrapack y aserta

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

Equipos utilizados: MUE 600 kN (A-7M-004)

Pie de Rey (A-1M-111)

Velocidad de ensayo: 30 mm/min

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Temperatura (mín, máx.): 21.4°C / 20.6°C

Humedad (mín, máx.): 62.3% / 59.7%

Código de submuestra	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Espesor (mm)	Carga Máxima (kN)	Alargamiento antes de la rotura (mm)
18-2828-1	100.36	23.31	100.32	55.8	11.2
18-2828-2	100.34	23.31	101.32	88.2	9.8
18-2828-3	100.86	23.64	106.33	73.1	11.9
18-2828-4	100.86	22.88	101.16	67.3	11.8
18-2828-5	100.54	22.09	100.24	73.8	8.8
Promedio				73.2	10.7
Incertidumbre expandida (k=2)				0.9	0.8

Tabla 1. Resultados. Ensayo de compresión

**OBSERVACIONES:**

- La muestra y la información de la misma fue proporcionada por el cliente
- La incertidumbre en la medición fue calculada con un factor de cobertura  $k=2$  y con un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

**NOTA:** Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del S

1.00 RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REGISTREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSEYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Guatemala, Guatemala - Guatemala (02) 244 7 700. En el sitio personal, conéctese a la Calle 10ma Avenida

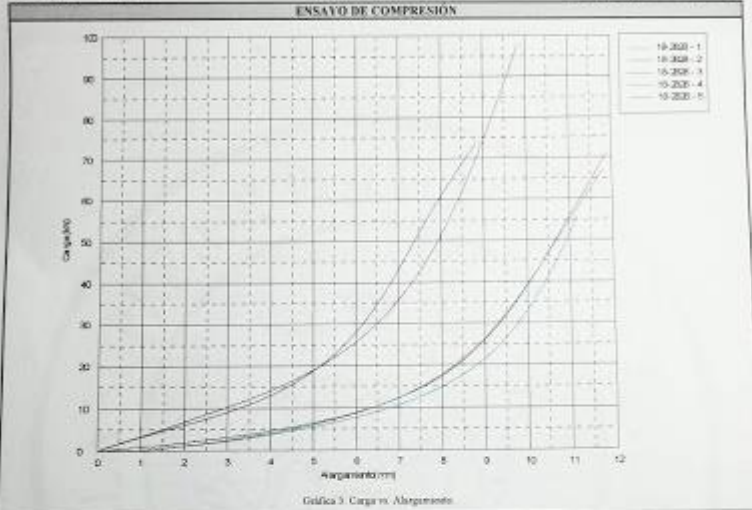
Fax: (02) 43266245 - Teléfono: 2180171

E-mail: [informes@lemat.espol.com.gt](mailto:informes@lemat.espol.com.gt)

00000000

Foja: 5  
Nº de informe: 18-200

Fecha de emisión: 11/09/2018  
Número de orden: 07-1780-18



**NOTA:** Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del S&E.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENCRETADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Ubicación: Campus "Guatemala Occidental" Km. 19.7 vía Petenpeten, congreso a la Caba, Santa Cruz.

Tel: (7604) 226282 - Teléfono: 226077

E-mail: [informes@lema.espol.edu.gt](mailto:informes@lema.espol.edu.gt)

MU2203-01

Hoja: 8 de 8 Fecha de emisión: 11/09/2017  
N° de informe: 18-244 Número de Orden: OT-1568-18

**ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD**

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

**Producto:** Tableros de tetrapack y aserrín  
**Material:**

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Norma de Ensayo:** Método interno  
**Equipos utilizados:** Balanza (EM-057)  
Horno (EM-075)  
Termohigrómetro (A-IM-077)  
Cronómetro (EA-013)  
**Temperatura de secado en horno:** 103°C  
**Tiempo de secado en horno:** 30 minutos

**CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL PESADO**

**Temperatura (máx./mín.):** 22.9 °C / 20.1 °C  
**Humedad (máx./mín.):** 56.2% / 52.3%

Código de submuestra	Masa inicial $m_1$ (g)	Masa final $m_2$ (g)	Contenido de humedad (%)
18-2828-1	218.742	214.796	1.837
18-2828-2	216.079	211.587	2.123
18-2828-3	212.561	207.416	2.481
<b>Promedio</b>			2.147
<b>Desviación estándar</b>			0.322

Tabla 4. Resultado.

**OBSERVACIONES:**

El ensayo consistió en determinar la masa inicial " $m_1$ " de las submuestras 18-2828-1, 18-2828-2 y 18-2828-3, luego se realizó el secado a una temperatura constante de 103°C utilizando una estufa durante 30 minutos, posteriormente se acondicionó la muestra a temperatura ambiente empleando un desecador por 1 hora y finalmente se obtuvo la masa final " $m_2$ ".  
El procedimiento de pesado consiste en realizar dos pesadas sucesivas hasta que tengan una diferencia máxima en el peso de 0.1%.  
El resultado reportado de contenido de humedad se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:  
Contenido de humedad % =  $(m_1 - m_2) / m_1 \times 100$ .  
Para acondicionar la muestra a temperatura ambiente se utilizó un desecador que contiene sílica gel, la misma que se secó en la estufa a 100°C durante 24 horas.

  
Ing. Rodrigo Petugachi B  
Dirección de Técnica (e)



  
Ing. Jorge Cárdenas M  
Director de Laboratorio

**LEMAT**  
Laboratorio de Ensayos  
Metrológicos y de Materiales

**NOTA:** Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentran fuera del alcance de acreditación del SA.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENLAZADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Dirección: Campus "Nuestro Ciudad" Km. 16.7 vía principal, congreso a la Calle Santa Cecilia

Fax: (51)-4226021 - Teléfono: 299171

Email: lemat@spol.edu.ve

302280-02