

Tecnología de la construcción: nuevas perspectivas con la madera

Jacobo, Guillermo José

*Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano - ITDAHu-FAU-UNNE
 Av. Las Heras N° 727 - (3500) Resistencia - Provincia del Chaco - Argentina - E-Mail: gjjacobo@arq.unne.edu.ar*

ANTECEDENTES

El avance tecnológico en los 10 últimos años ha llevado al desarrollo y uso comercial de materiales nuevos con características positivas para el medio ambiente (ver Comunicación-UNNE-2004-Celano & Jacobo). Entre estos se encuentran los *derivados para el uso de la construcción*, que responden a necesidades de mejorar la higiene de los espacios interiores de los objetos arquitectónicos, pues en la década de 1960 se desarrolló el “Asbesto-Cemento” como material revolucionario por ser *multiuso, económico de producción, de fácil mantenimiento*. Sin embargo, con el tiempo de uso, este material revolucionario envejece si se encuentra en espacios cerrados y calefaccionados, lo que ocasiona que se desprendan micropartículas de asbesto al ambiente, los cuales son luego respirados por los usuarios de dichos espacios interiores. En la década de 1980 se constataron elevados casos de cáncer en las vías respiratorias en los países de *Europa Central*, y luego se constató que el material revolucionario en espacios interiores causaba la contaminación ambiental en los objetos arquitectónicos. Desde 1990 está prohibido el uso y producción del “Asbesto-Cemento” en muchos países. Por tal motivo se iniciaron tareas de desarrollo de materiales de la construcción que también tengan en cuenta el factor salud humana y al medio ambiente. Esto llevó a que se utilizara la madera en todas sus variedades, pero las más innovativas aplicaciones se encontraron en el uso de los restos y virutas de madera como materia prima básica.

MATERIALES Y MÉTODOS

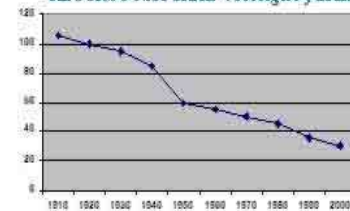
Se analizaron bibliografías específicas para determinar y caracterizar los materiales de la construcción específicos a desarrollar con la materia prima del NEA (virutas). El método de investigación es el de ensayos de muestras de la materia prima y de ensayos de probetas de los materiales de construcción determinados (ver Comunicación-UNNE-2004-Celano-Jacobo).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el caso del NEA, resulta increíble que dicha materia prima no sea utilizada, solo en la “quema” de los mismos como combustible o como “residuos”, generando gases tóxicos al medio ambiente. Este despilfarro alcanza al 34% del volumen de todos los árboles implantados cortados. Es normal observar en los campos del NEA “aserrín y virutas” abandonados y sin uso. (ver gráfico lateral). Por el contrario, ya está desarrollado y en uso, tecnologías que permiten el uso integral de estos recursos con procesos de producción de bajo consumo energético, sin tóxicos al medio ambiente, como el caso de las *placas de madera blanda ligadas por medio de la presión de aire* (ver explicación en las siguientes páginas). Además, ya hay países que tienen políticas habitacionales según el recurso natural renovable “madera” y con los nuevos productos industriales ecológicos aquí comentados (ver el *Caso del programa habitacional en Finlandia* en la Comunicación-UNNE-2004-Jacobo).

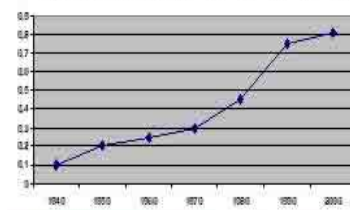
LA MADERA: como material construcción de uso masivo

“RECURSO NATURAL”: ecológico y abundante



BOSQUE NATIVO:
35.500.000 hs.

BOSQUE IMPLANTADO:
1.028.000 hs.



“RENTABILIDAD”: factibilidad económica “edad-tiempo de utilización” a bajo costo

BOSQUE NATIVO:

Crecimiento: 30-50 años.

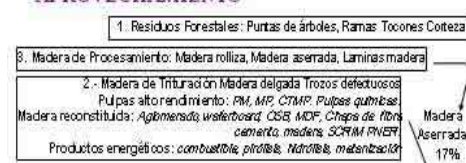
2/3 Maderable; 1/3 Leña.

BOSQUE IMPLANTADO:

Crecimiento: 15-20 años.

2/3 Maderable; 1/3 Leña.

“APROVECHAMIENTO”



3. Madera de Trituración: Madera delgada, Trozos defectuosos

4. Productos energéticos: combustibles, pirólysis, Nitrógeno, metanización

5. Madera Aserrada: 17%

6. Madera Delgada: 33%

7. Residuos Forestales: 34%

8. Madera Trituración: 16%

9. Madera Aserrada: 17%

10. Madera Delgada: 33%

11. Residuos Forestales: 34%

12. Madera Trituración: 16%

13. Madera Aserrada: 17%

14. Madera Delgada: 33%

15. Residuos Forestales: 34%

16. Madera Trituración: 16%

17. Madera Aserrada: 17%

18. Madera Delgada: 33%

19. Residuos Forestales: 34%

20. Madera Trituración: 16%

21. Madera Aserrada: 17%

22. Madera Delgada: 33%

23. Residuos Forestales: 34%

24. Madera Trituración: 16%

25. Madera Aserrada: 17%

26. Madera Delgada: 33%

27. Residuos Forestales: 34%

28. Madera Trituración: 16%

29. Madera Aserrada: 17%

30. Madera Delgada: 33%

31. Residuos Forestales: 34%

32. Madera Trituración: 16%

33. Madera Aserrada: 17%

34. Madera Delgada: 33%

35. Residuos Forestales: 34%

36. Madera Trituración: 16%

37. Madera Aserrada: 17%

38. Madera Delgada: 33%

39. Residuos Forestales: 34%

40. Madera Trituración: 16%

41. Madera Aserrada: 17%

42. Madera Delgada: 33%

43. Residuos Forestales: 34%

44. Madera Trituración: 16%

45. Madera Aserrada: 17%

46. Madera Delgada: 33%

47. Residuos Forestales: 34%

48. Madera Trituración: 16%

49. Madera Aserrada: 17%

50. Madera Delgada: 33%

51. Residuos Forestales: 34%

52. Madera Trituración: 16%

53. Madera Aserrada: 17%

54. Madera Delgada: 33%

55. Residuos Forestales: 34%

56. Madera Trituración: 16%

57. Madera Aserrada: 17%

58. Madera Delgada: 33%

59. Residuos Forestales: 34%

60. Madera Trituración: 16%

61. Madera Aserrada: 17%

62. Madera Delgada: 33%

63. Residuos Forestales: 34%

64. Madera Trituración: 16%

65. Madera Aserrada: 17%

66. Madera Delgada: 33%

67. Residuos Forestales: 34%

68. Madera Trituración: 16%

69. Madera Aserrada: 17%

70. Madera Delgada: 33%

71. Residuos Forestales: 34%

72. Madera Trituración: 16%

73. Madera Aserrada: 17%

74. Madera Delgada: 33%

75. Residuos Forestales: 34%

76. Madera Trituración: 16%

77. Madera Aserrada: 17%

78. Madera Delgada: 33%

79. Residuos Forestales: 34%

80. Madera Trituración: 16%

81. Madera Aserrada: 17%

82. Madera Delgada: 33%

83. Residuos Forestales: 34%

84. Madera Trituración: 16%

85. Madera Aserrada: 17%

86. Madera Delgada: 33%

87. Residuos Forestales: 34%

88. Madera Trituración: 16%

89. Madera Aserrada: 17%

90. Madera Delgada: 33%

91. Residuos Forestales: 34%

92. Madera Trituración: 16%

93. Madera Aserrada: 17%

94. Madera Delgada: 33%

95. Residuos Forestales: 34%

96. Madera Trituración: 16%

97. Madera Aserrada: 17%

98. Madera Delgada: 33%

99. Residuos Forestales: 34%

100. Madera Trituración: 16%

101. Madera Aserrada: 17%

102. Madera Delgada: 33%

103. Residuos Forestales: 34%

104. Madera Trituración: 16%

105. Madera Aserrada: 17%

106. Madera Delgada: 33%

107. Residuos Forestales: 34%

108. Madera Trituración: 16%

109. Madera Aserrada: 17%

110. Madera Delgada: 33%

111. Residuos Forestales: 34%

112. Madera Trituración: 16%

113. Madera Aserrada: 17%

114. Madera Delgada: 33%

115. Residuos Forestales: 34%

116. Madera Trituración: 16%

117. Madera Aserrada: 17%

118. Madera Delgada: 33%

119. Residuos Forestales: 34%

120. Madera Trituración: 16%

121. Madera Aserrada: 17%

122. Madera Delgada: 33%

123. Residuos Forestales: 34%

124. Madera Trituración: 16%

125. Madera Aserrada: 17%

126. Madera Delgada: 33%

127. Residuos Forestales: 34%

128. Madera Trituración: 16%

129. Madera Aserrada: 17%

130. Madera Delgada: 33%

131. Residuos Forestales: 34%

132. Madera Trituración: 16%

133. Madera Aserrada: 17%

134. Madera Delgada: 33%

135. Residuos Forestales: 34%

136. Madera Trituración: 16%

137. Madera Aserrada: 17%

138. Madera Delgada: 33%

139. Residuos Forestales: 34%

140. Madera Trituración: 16%

141. Madera Aserrada: 17%

142. Madera Delgada: 33%

143. Residuos Forestales: 34%

144. Madera Trituración: 16%

145. Madera Aserrada: 17%

146. Madera Delgada: 33%

147. Residuos Forestales: 34%

148. Madera Trituración: 16%

149. Madera Aserrada: 17%

150. Madera Delgada: 33%

151. Residuos Forestales: 34%

152. Madera Trituración: 16%

153. Madera Aserrada: 17%

154. Madera Delgada: 33%

155. Residuos Forestales: 34%

156. Madera Trituración: 16%

157. Madera Aserrada: 17%

158. Madera Delgada: 33%

159. Residuos Forestales: 34%

160. Madera Trituración: 16%

161. Madera Aserrada: 17%

162. Madera Delgada: 33%

163. Residuos Forestales: 34%

164. Madera Trituración: 16%

165. Madera Aserrada: 17%

166. Madera Delgada: 33%

167. Residuos Forestales: 34%

168. Madera Trituración: 16%

169. Madera Aserrada: 17%

170. Madera Delgada: 33%

171. Residuos Forestales: 34%

172. Madera Trituración: 16%

173. Madera Aserrada: 17%

174. Madera Delgada: 33%

175. Residuos Forestales: 34%

176. Madera Trituración: 16%

177. Madera Aserrada: 17%

178. Madera Delgada: 33%

179. Residuos Forestales: 34%

180. Madera Trituración: 16%

181. Madera Aserrada: 17%

182. Madera Delgada: 33%

183. Residuos Forestales: 34%

184. Madera Trituración: 16%

185. Madera Aserrada: 17%

186. Madera Delgada: 33%

187. Residuos Forestales: 34%

188. Madera Trituración: 16%

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2004

Ladrillos huecos de fibras de madera blanda con cemento como fijador y rellenos en la parte media de los huecos con poliestireno expandido, comercialmente bajo la denominación de Öko-Domo®,
Propiedades física-constructivas:
 $K = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$ con 30 cm de espesor de pared con revocos completos.
Peso: 20 kg/unidad
No impermeable al Vapor de agua.
Aislante
Acústico



Capacidad de Transportar cargas, pues trabaja de encofrado perdido.

Vivienda unifamiliar de 117,00 m². Ejecutable en 33 semanas de tareas continuas con tres operarios.



Los ladrillos huecos de fibra de madera con cemento tipo "Öko-Domo®" son totalmente trabajables con herramientas simples y manualmente transportables. Una vez fraguado el Hormigón colado en su interior hueco son totalmente cargables con entresijos y cubiertas.
Fuente: FÖRSCHUNGSZENTRUM JÜLICH, 2001; UMWELT STIFTUNG, 2003; HOLZBAU-MAGAZIN, 2003-2004.



Paneles prefabricados con estructura de madera y relleno de mortero de cemento y fibras-virutas de madera
Fuente: ETERNIT AG, 2004.

CONCLUSIONES

Las nuevas tecnologías en madera, que se desarrollaron en algunos países de la *Unión Europea* durante la década de 1990-2000 y que fueron expuestos como innovaciones tecnológicas en la *Exposición Internacional-2000 de Hannover*, ya son realidades de uso comercial normal en el año 2004, pues compiten comercialmente con la tecnología tradicional húmeda del mampuesto. Una de las innovaciones tecnológicas consiste en *madera blanda laminada* unidas entre si, no con algún tipo de cola sintética, sino *con presión de aire: se envuelve los tirantillos de madera blanda, seleccionados y sin nudos, ubicadas las capas perpendicular entre si, luego se hace vacío y las piezas de madera se fijan entre si por la presión de aire* (ver fotos en la siguiente página). Se pueden producir paneles de hasta 4,50 x 20,00 x 0,30 mts. La bondad de estos paneles es que se pueden utilizar en *cerramientos verticales* (paredes y tabiques), *horizontales* (techos y entrepisos), *inclinados* (techos), con capacidad estructural de transmitir cargas, con capacidad de difusión del vapor de agua, con *muy alta capacidad de aislación térmica* ($K = 0,15 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ con un espesor de 30 cm) y *acústica*, con un nivel de humedad no mayor al 10% (secos) en todos sus componentes constructivos, con resistencia a insectos y hongos pero sin tratamientos con productos químicos tóxicos. Todo esto a partir de *maderas blandas y restos de maderas*, o sea que es posible la utilización integral de un *recurso natural renovable y amigo del medio ambiente*. Se pueden producir elementos prefabricados e industrializados constructivos para sistemas cerrados seriados o para soluciones individuales, que luego son trasladados hasta los sitios de emplazamientos. Este producto es consecuencia del fomento dado por la *Fundación Alemana del Medio Ambiente*, dependiente del *Ministerio Federal de Educación Ciencia y Tecnología de Alemania*. La empresa privada *"MERK-Dickholz GMBH"* de la ciudad de *Aichach* es la responsable de este tipo de tecnología innovadora y ha lanzado al mercado comercial el prototipo de viviendas unifamiliares *"Solenio®"* materializados con componentes constructivos denominados *"LenoTec®"*. Estas viviendas ya se encuentran consideradas como *"viviendas pasivas"* en cuanto al consumo energético anual, por lo que el beneficio al medio ambiente es triple, pues se utilizan materias primas naturales renovables, con tratamientos industriales no contaminantes y con construcción y uso de bajo consumo energético. Además, el material utilizado y los componentes constructivos son totalmente reutilizables, de fácil mantenimiento y reparación. Desde su presentación en la *EXPO'2000*, (Hannover, Alemania) a Marzo de 2004, se han construido 300 viviendas (ver siguientes fotos), por lo que puede estimar que las experiencias de producción y construcción de esta tecnología innovadora han madurado lo suficiente como para ser una alternativa ecológica válida para la edificación arquitectónica. La característica de esta tecnología es que una vez terminada la obra gruesa, se procede a las terminaciones según el gusto del usuario. Solamente las fundaciones son de tecnología tradicional y depende del estudio de suelo para su ejecución. Una vez que las fundaciones están en condiciones de servicio, se procede al montaje en seco de los componentes constructivos y por último las terminaciones. El ejemplo ilustrado en las siguientes figuras, fue ejecutado en el período de tiempo desde el 02/04/2003 al 21/01/2004 en la ciudad de *München* (Alemania). El uso de elementos naturales no utilizados en aserraderos en el NEA, que son considerado como *"residuo"*, es un avance innovativo para la tecnología de la construcción del mercado de la construcción internacional. El mejoramiento de los materiales de construcción en madera también es un aporte ecológico al medio ambiente, pues permite el reciclaje de uso de la materia prima *"madera"*, tal es el caso de las *placas flexibles de fibras de madera de 20 cm* espesor para aislación térmica perimetral, permite alcanzar valores de *"K"* de 0,20 a 0,14 $\text{W/m}^2\text{K}$, valores mas que suficiente para alcanzar la impermeabilidad térmica y evitar los puentes térmicos. También es una innovación tecnológica con aporte ecológico, *el sistema estructural de tablillas y tirantillos de madera que permite concretar entrepisos y paredes macizas*, que por su forma de encastre proveen del monolitismo y rigidez estructural a la edificación (ver las fotos en la siguiente página).



Componentes constructivos "LenoTec®" producidos a partir de restos de aserraderos, tablillas, tirantillos, cortes, etc., y fijados entre si por medio de presión del aire. Elementos constructivos ecológicos prefabricados e industrializados.

Fuente: UMWELT STIFTUNG, 2003.

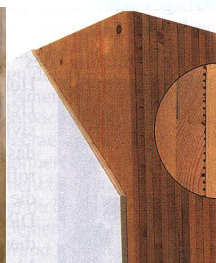


Sistema estructural de tabillas y tirantillos de madera que permite concretar entrepisos y paredes macizas, que por su forma de encastre proveen del suficiente monolitismo y rigidez estructural a la edificación

Fuente: Revista "HOLZBAU-MAGAZIN", 2004.

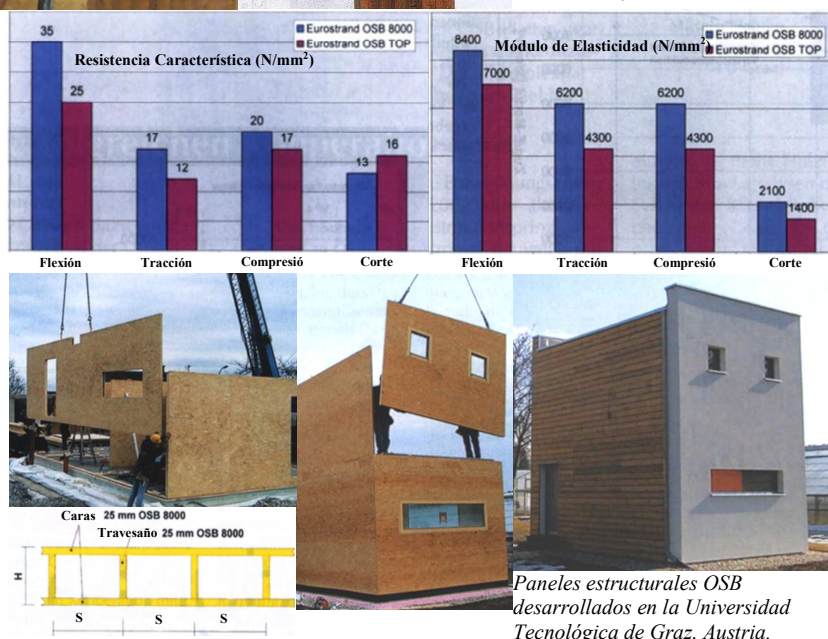


Placas flexibles de fibras de madera de 20 cm espesor para aislación térmica
 Fuente: Revista "HOLZBAU-MAGAZIN", 2004



Construcciones en madera maciza tipo laminada según sistema "LenoTec®", con revestimientos incorporados de revoques ecológicos a base de cera, aceite de girasol y aserrín de madera.
 Fuente: Revista "HOLZBAU-MAGAZIN", 2004.

Otra de las innovaciones tecnológicas dentro del campo de la construcción ecológica es el desarrollo de moteros especiales, a base de elementos naturales, "cera, aceite de girasol y aserrín de madera", que es inyectado manualmente tanto en obra como en fábrica. Esta mezcla de revestimiento permite alcanzar un valor promedio de *transmitancia térmica* (K): $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ con un espesor total de 30 cm del panel de madera laminada, alcanzando así una resistencia térmica perimetral de 26 horas. Además, se alcanza un valor de resistencia al fuego de 90 minutos (ver fotos superior). Para reemplazar el uso de madera masiva en el perímetro constructivo se desarrolló un *panel de madera de virutas orientadas tipo "OSB"* con capacidad estructural de 2,5 cm de espesor (ver los gráficos a la derecha).



Fuente: Revista "HOLZBAU-MAGAZIN", 2004.

Estos tableros, denominados "Eurostrand OSB 8000", se encuentran en etapa experimental en la *Universidad Tecnológica de Graz, Austria* donde se erigió un prototipo de vivienda en duplex para estudiantes con paneles prefabricados huecos, con travesaños y caras de los tableros experimentales, pues se alcanzaron buenos resultados mecánicos en los diferentes ensayos de materiales a diferentes esfuerzos estructurales en comparación con los tableros tipo OSB comerciales actuales (ver tablas de esta página). De esta manera se verifica que la madera aprovechada integralmente representa una alternativa válida dentro de la tecnología de la construcción para la edificación arquitectónica y también una buena perspectiva ecológica para la reducción de los gases de invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

- CELANO, J. & JACOBO, G. (2002), *El Hábitat Humano en el NEA Una perspectiva de solución desde la óptica tecnológica: Uso de la madera en sistemas constructivos*, Ediciones Moglia SRL, Corrientes, Argentina, ISBN N° 987-43-4556-X.
- CELANO, J. & JACOBO, G. (2003) "Desarrollo de sistemas industriales de producción de sistemas constructivos prefabricados en madera para viviendas de interés social en la región NEA", Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE-2003, Corrientes, Argentina.
- ETERNIT AG (2004), *Eternit Holzzementplatten*, (www.eternit.de), Alemania.
- FÖRSCHUNGSZENTRUM JÜLICH (2001), "Neue Materialien", BMB + F, Bonn, Alemania.
- JACOBO, G. & VEDOYA, D. (2003), "Hábitat humano, medio ambiente y energía. Análisis de consumo energético con valoración ecológico-toxicológica de rubros constructivos para obras de arquitectura en el NEA", Moglia Ediciones SRL, Corrientes, Argentina, ISBN N° 987-43-6784-9.
- POPLE, Nicolás (2000), "Casas Experimentales", Gustavo Gili SA, Barcelona, España.
- REVISTA "HOLZBAU-MAGAZIN" (2003-2004), DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, Alemania.
- UMWELT STIFTUNG (2003), "Neue Materialien", Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück Alemania.