

# Construcciones en madera, un cambio necesario.

Misiones es claramente una provincia cuya industria forestal está muy desarrollada. Junto a la provincia de Corrientes conforman un polo maderero de relevancia nacional.

La industria maderera es un motor representativo de la economía local y permite el intercambio de bienes con otras zonas del país y también del mundo. Mucho de lo que se produce se exporta.

Es por eso que debemos tener presente la importancia de la madera en la cadena productiva. Sobre todo en la industria de la construcción.

Como grandes productores de materia prima debemos desarrollar **tecnologías** y sobre todo **profesionales** que impulsen al sector y desarrollen lo necesario para potenciar y posicionar a Misiones como una verdadera Provincia Maderera.

En lo que respecta a la construcción, es bien sabido que la madera aporta grandes beneficios. A tal punto es así que países como Canadá, países nórdicos o Europeos usan estos sistemas constructivos desde hace años.

En la provincia de Misiones hay organizaciones como APICOFOM o AMAYADAP que promueven el desarrollo del sector. Según proyecciones pre pandemia hechas hacia 2021 el sector pretende crecer con fuerzas.

Y es por ello que considero importante hablar de los principales beneficios de la madera como material de construcción y porqué debe ser tenido en cuenta.

## 1. Es muy fácil de trabajar.

La madera es un material muy trabajable. Es fácil de manejar con herramientas relativamente sencillas y la tecnología para desarrollar viviendas de madera es de baja complejidad. Esto permite que mucha gente pueda insertarse en el rubro fácilmente.

Sin embargo se puede sumar tecnología de punta, y de hecho existe en Misiones, para incrementar calidad y capacidad del sector.

En la imagen siguiente se puede ver un equipo para la construcción automatizada de paneles para casas prefabricadas. Se encuentra localizado en el Parque Industrial de la ciudad de Posadas.



Equipo automático CNC de corte para paneles de viviendas prefabricadas.

## 2. Es térmicamente eficiente.

Utilizando la tecnología adecuada un muro de paneles de madera supera ampliamente las prestaciones térmicas que ofrecen un muro de mampostería tradicional. Afortunadamente en nuestro mercado contamos con los medios para poder hacerlo.

Antes de avanzar una pequeña definición: la transmitancia térmica o su inversa la resistencia térmica, son características para analizar el comportamiento de los materiales al paso del calor, entre otras cosas. Se utiliza lana de vidrio en el interior de las paredes de madera para mitigar el efecto de las temperaturas. Cabe aclarar que la lana de vidrio es casi 52 veces mas resistente al paso del calor que el hormigón, con lo cual es el alma del equipo en la carrera contra el gasto energético.

A continuación se ve una comparación técnica del índice de transmitancia térmica de los materiales componentes para dos tipos de paredes en estudio. La primera es un muro de vivienda de madera, y para la segunda se considera un muro de mampostería de 18 cm.

Tabla 1. Cálculo transmitancia térmica muro 41x90mm (2x4) @ 40cm (sector aislante)

RESISTENCIAS SUPERFICIALES				
Resistencia Térmica Superficial Interior		Rsi	0,12	m2 K/W
Resistencia Térmica Superficial Exterior		Rse	0,05	m2 K/W
MATERIAL				
Nombre	Espesor (m)	Conductividad Térmica W/mK	Resistencia Térmica de cada Material	
Yeso carton (870 kg/m3)	0,015	0,31	0,05	m2 K/W
Lana de vidrio (11 kg/m3)	0,08	0,042	1,90	m2 K/W
OSB (690 kg/m3)	0,0111	0,12	0,09	m2 K/W
-	0	1	0,00	m2 K/W
-	0	1	0,00	m2 K/W
-	0	1	0,00	m2 K/W
-	0	1	0,00	m2 K/W
RESISTENCIA TERMICA CAMARA DE AIRE NO VENTILADA				
		Rg1	0,140	m2 K/W
		Rg2	0,00	m2 K/W
		Rg3	0,00	m2 K/W
RESISTENCIA TERMICA TOTAL				
		Rt =	2,36	m2 K/W
TRAMITANCIA TERMICA				
		U =	0,42	W/m2K

Transmitancia térmica para muros de madera tipo 2x4.

Y para muros de mamposterías en diferentes variantes:

Tipo de Mampostería	Mampuesto					Pared revocada			K máximos admisibles (w/m²K)					
	Dimensiones			K c/juntas	Peso c/juntas kg/m²	Esp. cm	Peso kg/m²	K	Resist. Chaco	Tucumán	Bs. As.	Córdoba	Barioche	Río Galleg.
	Esp. cm	Alto cm	Largo cm						1,80	1,80	1,85	1,85	1,45	1,39
1 Ladrillo común	12.5	5	24	3.22	200	14.5	236	3.03	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.
2 Bloq. Cerám 3 Aguj.	18	18	40	2.12	155	20	191	2.03	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.
3 Bloq. Cerám 4 Aguj.	18	18	33	1.59	136	20	172	1.54	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	No Verific.	No Verific.
4 Bloq. Cerám Portante	18	19	33	1.7	127	20	163	1.64	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	No Verific.	No Verific.
5 Bloq. Horm Común densidad 1750Kg/m³	19	19	39	2.61	159	20	177	2.54	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.	No Verific.
6 Bloq. Horm Multicel. densidad 1400Kg/m³	19	20	40	1.86	274	20	292	1.83	No Verific.	No Verific.	Verifica	Verifica	No Verific.	No Verific.
7 Pared de 30 Ladr. Común con Cám de aire							436	1.48	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	No Verific.	No Verific.
8 Sist. Pesado de Horm. <i>Ejemplo 1 s/revoque</i>							276	1.19	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica
9 Sistema Liviano <i>Ejemplo 2 s/revoque</i>							60	0.99	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica

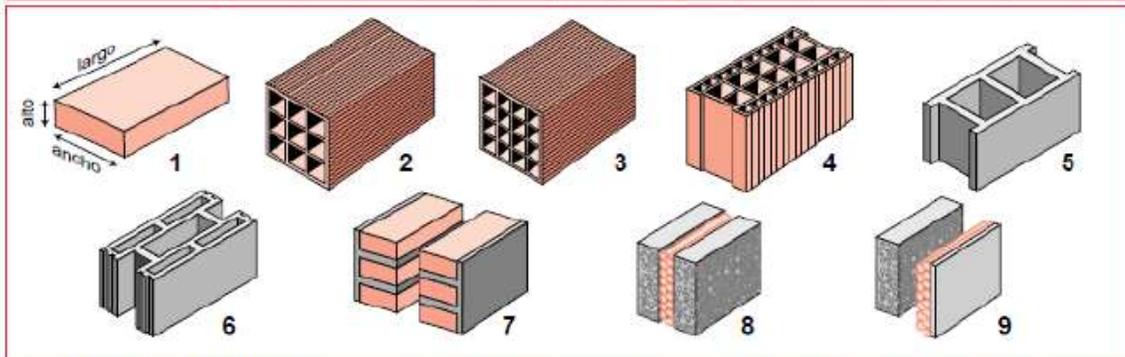


Fig. 35: Cuadro de distintos tipos de muros con sus K y los Kadm según las zonas bioclimáticas

Observar el muro tipo 2 en ladrillo hueco del 18 con 9 agujeros. Extraído del Libro McDonell. Sistemas constructivos.

Claramente puede verse que la transmitancia térmica del muro de madera es de 0.42 contra los 2.03 que aporta el muro de ladrillos huecos que se consideró para el análisis. Esto es así porque la lana de vidrio aporta casi el 80% de la resistencia al paso del calor del muro. Si el muro no tuviese este material no sería adecuado. Pero en estos términos la ventaja no resiste análisis.

En nuestro país, en el año 2010 se publicó una ley en provincia de Bs. As. (la ley 13.059 reglamentada por el decreto 1030/10) que establece valores de transmitancia térmica límite para las envolventes de los edificios, es decir, se deberá respetar normas IRAM para acondicionamiento energético. La mayoría de las paredes de ladrillos que se construyen no cumplen con los requerimientos de esa ley, mientras que los sistemas de madera o steel frame si lo hacen. Los invito a comprobarlo por ustedes mismos.

### 3. Permite elevadas velocidades de construcción.

Dado que es un material muy trabajable, también es fácil de industrializar. Esto permite altas velocidades de construcción dado que se pueden armar muchos de los componentes en taller y mejorar por ende la calidad en la terminación y precisión de los productos finales.

El hecho de lograr un trabajo en serie ayuda también a trabajar de manera mucho más dinámica.

Una cuadrilla tipo de operarios en planta permanente puede montar una vivienda de 80 m<sup>2</sup> en 60 días. Lista para ser entregada.

#### **4. Es sustentable.**

Se dice que es un producto sustentable dado que el proceso de fabricación involucra una menor huella de carbono comparado con materiales como el hormigón o el acero. Esto quiere decir que la cantidad emitida de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), NH<sub>4</sub> (metano), N<sub>2</sub>O (óxido de nitrógeno) y otros gases a la atmósfera es menor. Estos gases son los culpables del efecto invernadero que han sido tratados en el protocolo de Kyoto y que algunos países no solo se niegan a cumplir sino que lo desconocen.

Existen empresas en la provincia de Misiones que se han comprometido a cumplir con Carbono Neutro para 2025, hecho que quizás es difícil de abordar pero que resulta de interés para el sector. Esto significa que las empresas buscan compensar la cantidad de CO<sub>2</sub> que emiten con la que captura o almacenan. Logrando así una balanza de emisiones de suma cero o incluso negativa.

Es muy importante aclarar que las especies de madera para construcción son aquellas denominadas “blandas” o de crecimiento rápido. Que crecen en un tiempo que permite su reposición. Maderas “duras” están prohibidas. De hecho el reglamento Argentino CIRSOC 601 ni siquiera las tipifica, porque se supone que nadie utilizaría madera de crecimiento lento para fabricar elementos en serie. Al menos así debería ser.

#### **5. Es renovable y reciclable.**

Que es renovable no hay dudas. Mediante la práctica de bosques controlados se asegura un suministro constante de materia prima para abastecer a los sectores que la demanden. Y en segunda instancia se dice que es reciclable por muchos de los motivos que se enumeraron anteriormente. Al ser liviano y manejable siempre se pueden aprovechar las piezas, re acondicionar, modificar y utilizar en otras construcciones.

Con el mantenimiento adecuado se pueden recuperar vigas de madera de techos con más de 100 años. No es nada raro ver algo así. Por poner un ejemplo, debajo de la iglesia de Santa María de la Salud en Venecia, Italia (año 1635) se colocaron más de 1.106.000 pilotes de roble que aún siguen en su sitio, 400 años después.



Iglesia Santa Maria de la Salud. Venecia, Italia.

## 6. Es liviana.

La ventaja fundamental de tener esta propiedad es que se puede transportar por partes y a distancias elevadas. Permite usar equipos sencillos tanto para su distribución como para su montaje.

Por otro lado la madera es muy resistente respecto su peso específico. Para demostrar esto podemos tomar como indicador el cociente entre la resistencia del elemento en  $\text{kg/cm}^2$  y su peso específico expresado en  $\text{kg/m}^3$ . Vamos a tomar como referencia el pino elliotis, con las características proporcionadas por el suplemento del CIRSOC 601-2016.

Acero para hormigón ADN420  $4200 \text{ kg/cm}^2 / 7850 \text{ kg/m}^3 = 0.53$

Acero laminado F24  $2400 \text{ kg/cm}^2 / 7850 \text{ kg/m}^3 = 0.31$

Hormigón H25  $250 \text{ kg/cm}^2 / 2500 \text{ kg/m}^3 = 0.10$

Pino Elliotis  $50 \text{ kg/cm}^2 / 400 \text{ kg/m}^3 = 0.125$

Como se puede observar, la relación resistencia peso específico de la madera es mejor que la del hormigón. Y esto es evidente cuando se proyectan y calculan estructuras con madera y se observa la prestación del material.

## 7. Posee elevada durabilidad.

Es normal que la gente crea que la madera no dura, que se estropea. Y no hay nada más erróneo que eso. Es un problema cultural. Si así fuese todas las casas de madera de los Estados Unidos deberían tener inconvenientes. Y no solo no es así sino que las mismas tienen una calidad superlativa. También es cierto que tienen excelentes prácticas constructivas y una industria muy desarrollada. Hecho que deberíamos copiar en la región pero para ello primero hay que aprender a proyectar con este material.

Con el tratamiento adecuado los elementos de madera pueden superar a los convencionales. Esto se puede ver en elementos impregnados. La impregnación en autoclave mediante el método CCA (cobre cromo arsénico) o CCB es muy eficiente. Consiste en someter a presión a los elementos de madera a concentraciones de 6 o 10kg, en función de la finalidad buscada, para que los mismos puedan resistir la humedad de manera eficiente.

Por poner un ejemplo podemos mencionar el templo budista Horyu-ji, ubicado en el pueblo de Ikaruga (sur de Japón), que data del año 607 y sigue en pie:



El templo budista Horyu-ji, ubicado en el pueblo de Ikaruga (sur de Japón)

El secreto está en el diseño. Ya que con él se logra la protección física que la madera necesita. El uso de aleros que permitan el resguardo del agua y las separaciones del suelo son clave para garantizar la durabilidad de la madera. Y claro está, el uso de aditivos que son muy comunes en el medio.

## **8. Es resistente.**

Más allá de los valores de referencia para cada especie de madera apta para construcción, que no es importante detallar a estas alturas, está visto que pueden construirse edificios de altura con este material. De hecho edificios de 4 plantas pasan a formar parte del paisaje urbano en algunos países. Mientras que en otros ya existen edificios que llegan a los 18 pisos de altura, como en Noruega.



Torre Mjøsa, Brumunddal, Noruega.

En estos casos, en los edificios de altura, ya se comienza a utilizar madera laminada encolada que prácticamente no respeta límites a la hora de construir y que abre el panorama a edificios poco convencionales. Tecnología que también existe en la provincia de Misiones y merece atención para mejorar su nivel de desarrollo.

Pero también es importante aclarar que la tecnología en las uniones para edificios de altura es elevada, con lo cual para este tipo de obras se requiere de toda una industria especializada.

## **9. Tiene un excelente comportamiento frente al fuego (aunque no lo creas)**

Por último resta analizar el comportamiento frente al fuego. Y aunque este material si es atacado por las llamas presenta una muy buena performance.

Hay que hacer una aclaración importante y es que el problema no es la combustibilidad del material, dado que la madera si se quema, sino el comportamiento del mismo en una situación de incendio. Lo importante es que el material retarde el colapso y permita que la gente dentro del mismo pueda evacuar. Cuando se diseña una construcción este criterio es el que siguen los proyectistas. El objetivo es salvar vidas y no un montón de materiales que forman la estructura del edificio.

Para comparar veamos qué le pasa al acero y al hormigón. Supongamos un incendio de 20 a 30 minutos. Es normal llegar a los 600°C. A esa temperatura el acero ya pierde el 50% de su capacidad resistente y el hormigón se estima que pierde un 30% aproximadamente.

La madera solo se afecta en donde se quema, pero como parte del proceso de diseño de la misma es agregar sección para contrarrestar estos efectos se pueden diseñar elementos levemente mayores y así tener capacidad resistente de sobra al momento de enfrentarse a las llamas.

Un dato curioso. La madera aumenta su módulo de elasticidad, (es decir su rigidez) a medida que pierde humedad. A razón de un 3% por cada 1% de humedad que pierde. En un incendio el calor lo primero que hace es eliminar humedad. Si la madera está estabilizada en 12 %, en los primeros momentos del incendio puede aumentar su capacidad de carga en más del 30%.

*Lo que significa que al principio del incendio la madera comienza a resistir más. Increíble pero cierto y comprobado.*

-

*Con todo lo dicho se pretende presentar a la madera como un elemento con múltiples ventajas. No como el mejor ni el único.*

*De ningún modo desplaza a las demás tecnologías sino que las complementa y se impone como una alternativa viable en determinados nichos de la industria de la construcción.*

*Es un verdadero despropósito no aprovechar las posibilidades productivas que tenemos a disposición. Pero parte de esto es la falta de información o las costumbres culturales basadas en mitos que muchas veces impiden avanzar con tecnologías que en otros países ya se utilizan hace más de 20 años.*

--

--



***Iván Edsberg.***  
***Ingeniero Civil - UBA***  
***Magister en estructuras - Barcelona***  
**MAT PROF 3441**



## **CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MISIONES**

**(TECNICOS, LICENCIADOS E INGENIEROS)**