

# Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales 2020

Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión



DOCENCIA  
INVESTIGACIÓN  
EXTENSIÓN  
GESTIÓN

## PUBLICACIONES RECIENTES



[https://www.arq.unne.edu.ar/  
comunicaciones-cientificas-  
anuales/](https://www.arq.unne.edu.ar/comunicaciones-cientificas-anuales/)

ISSN 1666-4035



# Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales

2020

Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión



DOCENCIA  
INVESTIGACIÓN  
EXTENSIÓN  
GESTIÓN



## Comisión evaluadora

### Dirección General

Decano de la Facultad  
de Arquitectura y Urbanismo  
Dr. Arq. Miguel A. BARRETO

### Dirección Ejecutiva

Secretaria de Investigación  
Dra. Arq. Venettia ROMAGNOLI

### Comité Organizador

Herminia ALÍAS  
Andrea BENÍTEZ  
Anna LANCELLE  
Patricia MARIÑO  
Lucrecia SELUY  
Cecilia DE LUCCHI

### Asistentes - Colaboradores:

Carlos Ariel AYALA CHABAN  
César AUGUSTO

### Coordinación editorial y compilación

Secretaria de Investigación  
Dra. Arq. Venettia ROMAGNOLI

### Diseño y Diagramación

Marcelo BENÍTEZ

### Corrección de texto

Cecilia VALENZUELA

### Edición

Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional del Nordeste  
(H3500COI) Av. Las Heras 727.  
Resistencia. Chaco. Argentina  
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

María Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa ALCALÁ / Gisela ÁLVAREZ Y ÁLVAREZ / Abel AMBROSETTI / Guillermo ARCE / Julio ARROYO / Teresa Laura ARTIEDA / Milena María BALBI / Indiana BASTERRA / Claudia Virginia BENEYTO / Gladys Susana BLAZICH / Bárbara Celeste BREA / Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI / René CANESE / Sylvina CASCO / Mónica Inés CESANA BERNASCONI / Daniel CHAO / Rubén Osvaldo CHIAPPERO / Enrique CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA / Susana COLAZO / Mario E. DE BÓRTOLI / Patricia DELGADO / Patricia Belén DEMUTH MERCADO / Juan Carlos ETULAIN / Claudia FINKELSTEIN / María del Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela Cecilia GAYETZKY de KUNA / Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ / Elcira Claudia GUILLÉN / David KULLOCK / Amalia LUCCA / Sonia Itatí MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ NESPRAL / Aníbal Marcelo MIGNONE / María del Rosario MILLÁN / Daniela Beatriz MORENO / Martín MOTTA / Bruno NATALINI / Claudio NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Susana ODENA / Mariana OJEDA / María Mercedes ORAISÓN / Silvia ORMAECHEA / María Isabel ORTIZ / Jorge PINO BÁEZ / Nidia PIÑEYRO / Ana Rosa PRATESI / María Gabriela QUIÑÓNEZ / Liliana RAMIREZ / María Ester RESOAGLI / Laura Liliana ROSSO / Mario SABUGO / Lorena SÁNCHEZ / María del Mar SOLÍS CARNICER / Luciana SUDAR KLAPPENBACH / César VALLEJOS TRESSSENS / Luis VERA

### ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos. Impreso en Vía Net, Resistencia, Chaco, Argentina. Septiembre de 2017.

La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

# ANÁLISIS TÉRMICO-ENERGÉTICO DE VIVIENDAS DE MADERA EN EL NEA Y COMPARACIÓN CON VIVIENDAS TRADICIONALES. DESARROLLO DE CRITERIOS PARA EL MEJORAMIENTO TÉRMICO CON MATERIALES AISLANTES DE ORIGEN ORGÁNICO

Sofía SFORZA;  
Guillermo J. JACOBO  
sofia.sforza@gmail.com;  
gjjacobo@arq.unne.edu.ar;

Beca de pregado de la SGCyT-UNNE, ejecutada en cátedra Estructuras II-FAU-UNNE, 2019-2020.

## RESUMEN

Se analizó el comportamiento térmico de las viviendas de madera en relación con las temperaturas y a los niveles de humedad característicos de la región del NEA. Se realizó un análisis exhaustivo de ejemplos situados en la localidad de Gobernador Virasoro (Corrientes), efectuando una comparación con tipologías de viviendas de construcción tradicional, donde se pudo determinar las ventajas y desventajas comparativas entre ambas, para un diagnóstico con criterios de diseño tecnológico optimizado, haciendo hincapié en la mejora del comportamiento térmico de las viviendas con el uso de tecnologías de aislamiento que tengan el principio de producción: reciclaje de materia orgánica.

## PALABRAS CLAVE

Comportamiento térmico; reciclaje de madera; tecnología.

## OBJETIVOS

1. Analizar y diagnosticar las características del diseño técnico-construtivo de viviendas de madera, mediante el relevamiento de tipologías que existan en la región NEA.
2. Caracterizar el comportamiento higrotérmico-energético de las tipologías de viviendas definidas, de madera y de construcción tradicional.
3. Proponer criterios de optimización del desempeño térmico en viviendas de madera mediante la utilización de materiales aislantes con base en materia orgánica.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo realizado se encuadra dentro de las siguientes situaciones actuales:

- La problemática del abuso de los recursos naturales y de la energía que se remonta varios años atrás con el notable avance de la tecnología. La industrialización se volvió un fenómeno a nivel mundial, que trajo

consigo grandes problemas económicos, sociales, culturales y sobre todo medioambientales (Jacobo, 2004).

- En la región Nordeste de Argentina (NEA), la construcción de viviendas se realiza, mayoritariamente, aplicando sistemas constructivos tradicionales, dominados por los mampuestos y las mezclas "húmedas". Ello se efectúa sin analizar variables de cambio que permitan optimizar el uso de los materiales disponibles regionalmente, que redunden en beneficios no solamente económicos, sino también en cuanto a las condiciones interiores de habitabilidad. Esta tecnología tradicional se caracteriza por generar una envolvente constructiva con baja resistencia térmica y altos indicadores de transmitancia térmica.

- Por otra parte —y generalmente por cuestiones económicas—, las viviendas son diseñadas y ejecutadas buscando el menor costo económico inicial posible, sin considerar los costos futuros de mantenimiento durante la vida útil, tiempo en el cual sus usuarios deben invertir en la instalación de equipos de climatización para lograr condiciones internas aceptables para el bienestar de sus habitantes, ya que estas cuestiones de economía y eficiencia durante la etapa de uso no han sido tenidas en cuenta originalmente en el diseño.

- La tipología tecnológica dominante en la ejecución de las obras de las viviendas es la denominada "Tipo FONAVI", que se caracteriza por su tecnología constructiva de baja calidad, que no garantiza una resistencia térmica perimetral adecuada en la edificación que la utiliza. Esta tecnología constructiva es la dominante en el mercado de la construcción regional, tanto en el mercado inmobiliario privado como en los emprendimientos oficiales del Estado argentino.

Por estos motivos, el trabajo de investigación desarrolla el análisis del comportamiento térmico de tipologías de vivienda de madera en la región NEA, como posible alternativa factible, en lo ambiental y en el factor térmico-energético de bajo consumo. La particularidad del análisis radica en la comparación entre viviendas de madera y viviendas construidas con técnicas y materiales convencionales (mampuestos, mezclas húmedas, etc.), dándole énfasis a

la evaluación del comportamiento térmico-energético de cada una. Se profundiza en el abordaje de criterios y desarrollo de propuestas para el mejoramiento del comportamiento térmico de las viviendas de madera, con la posibilidad de plantear la factibilidad de implementación de aislantes fabricados mediante materia orgánica, como podría ser el residuo de aserraderos durante el proceso de tratado de la madera. La posibilidad de construcción en seco con madera y el uso de otras opciones en cuanto a materiales aislantes deben ser tenidos en cuenta, ya que existen amplias oportunidades dentro de la región, gracias a que la madera es de producción regional, procedente de bosques con manejo sustentable, lo que permitiría lograr y mejorar la eficiencia desde el punto de vista ambiental y del uso racional de la energía, así como con economía respecto de los materiales.

## DESARROLLO

El siguiente trabajo de investigación se inserta en la Región Nordeste Argentina (NEA), denominación que se utiliza para la región compuesta por las siguientes provincias: Corrientes, Chaco, Formosa y Misiones. Según las Normas IRAM 11603/813 Acondicionamiento Térmico de Edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina, la región del NEA se encuentra comprendida en la Zona I (a y b), lo que significa que es muy cálida y húmeda, donde los valores de TEC media, en el día típicamente cálido, son superiores a 26,3° C. Durante

la época caliente todos los sectores presentan valores de temperatura máxima superiores a 34° C y valores medios superiores a 26° C, con amplitudes térmicas siempre inferiores a los 15° C. La tensión de vapor mínima es de 1870 Pa (14 mm hg), y aumenta según el eje suroeste-nordeste.

El período invernal es poco significativo en cuanto a temperaturas críticas del aire, con temperaturas medias durante el mes más frío superiores a los 12° C. Sin embargo, el factor condensación (intersticial y superficial) de todas las superficies exteriores de la envolvente constructiva (paredes, techos, carpinterías) es determinante durante el proceso de diseño, situación que se verifica en pocos casos. Lamentablemente la normativa técnica vigente no comprende dentro de sus procedimientos numéricos el efecto urbano de "Isla de Calor", ni tampoco considera el efecto de sombreado sobre los volúmenes de los edificios.

Los casos analizados fueron seleccionados dentro de la región del NEA, específicamente en la localidad de Gobernador Virasoro de la provincia de Corrientes. Se seleccionaron en esta ciudad porque exhibe una notable producción maderera, gracias a que forma parte de la región forestal llamada Selva Misionera. En la ciudad de Virasoro se presentan ambas tecnologías constructivas: "madera" y "tradicional húmeda", en un significativo número de edificios (fotos propias).



**CASO 1****MUSEO GEOGRÁFICO, HISTÓRICO Y NATURAL DEL GOBERNADOR VIRASORO**

Sistema constructivo: tradicional (mampuesto ladrillos comunes con mezcla húmeda).

**Comportamiento térmico:**

- Paramento vertical: cumple el nivel "C" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel mínimo de transmitancias térmicas máximas admisibles en muros, tanto en invierno como en verano.
- Cerramiento horizontal: cumple el nivel "A" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel recomendado de transmitancias térmicas máximas admisibles en cubiertas, tanto en invierno como en verano.



*Fuente: foto propia*

**CASO 2****VIVIENDA UNIFAMILIAR**

Sistema constructivo: tradicional (mampuesto bloques huecos cerámicos con mezcla húmeda).

**Comportamiento térmico:**

- Paramento vertical: cumple el nivel "C" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel mínimo de transmitancias térmicas máximas admisibles en muros, tanto en invierno como en verano.
- Cerramiento horizontal: cumple el nivel "B" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel medio de transmitancias térmicas máximas admisibles en cubiertas, tanto en invierno como en verano.



*Fuente: foto propia*

**CASO 3****VIVIENDA UNIFAMILIAR INVICO**

Sistema constructivo: Ballon Frame, madera.

**Comportamiento térmico:**

- Paramento vertical: cumple el nivel "B" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel medio de transmitancias térmicas máximas admisibles en muros, tanto en invierno como en verano.
- Cerramiento horizontal: cumple el nivel "B" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel medio de transmitancias térmicas máximas admisibles en cubiertas durante invierno y cumple el nivel "A" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel recomendable de transmitancias térmicas máximas admisibles en cubiertas durante verano.



*Fuente: foto propia*

Sistema constructivo: Ballon Frame, madera.

#### Comportamiento térmico:

- Paramento vertical: cumple el nivel "B" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel medio de transmitancias térmicas máximas admisibles en muros, tanto en invierno como en verano.
- Cerramiento horizontal: cumple el nivel "B" definido en IRAM 11605/96, lo que corresponde a un nivel medio de transmitancias térmicas máximas admisibles en cubiertas, tanto en invierno como en verano.



Fuente: foto propia

## CONCLUSIONES

Luego de haber finalizado con el análisis de cada caso, se puede observar cómo las tipologías que poseen un sistema constructivo tradicional cumplen con un nivel "C" definido en IRAM 11605/96, lo que se considera dentro de un nivel mínimo admisible. Sin embargo, las viviendas desarrolladas a través del sistema constructivo en seco —o también denominado **Ballon Frame**— cumplen con un nivel "B" definido en IRAM 11605/96, lo que representa un nivel medio admisible; es decir, poseen un mejor comportamiento térmico frente al clima característico de la región del NEA (Jacobo-Alías, 2011).

Frente a la realidad de la región del NEA, en relación con los sistemas constructivos más utilizados, donde el mayor porcentaje se trata de construcciones dominadas por los mampuestos y mezclas "húmedas", y en relación con el clima que posee dicha

región, donde casi el 80 % del período anual climático se encuentra fuera de la zona de Bienestar Higrotérmico, es realmente un desafío lograr viviendas que tengan un óptimo comportamiento térmico-energético, y que además sean construcciones amigables con el medio ambiente. Debido a esto, en el siguiente trabajo se desarrolla una investigación teórica acerca de posibles formas de mejorar la situación expuesta (Jacobo & Alías, 2011).

Para mejorar el desempeño térmico de las construcciones del NEA, se plantea como posible solución la utilización de materiales de construcción elaborados con base en materia orgánica, en especial desechos provenientes de la madera (aserrín y virutas) del desbaste de los troncos de los abundantes aserraderos provinciales, para así lograr un ciclo completamente eco-amigable (Celano; Jacobo & Pereira, 2006). Se cita el ejemplo de la empresa familiar SIMACON, ubicada en la ciudad de

Montecarlo, provincia de Misiones, que desarrolla un bloque constructivo comprendido por un compuesto de cemento (mínimo) y fibras de madera mineralizadas, que combina las propiedades de ambos materiales, lo que produce un elemento constructivo con capacidad estructural (permite eliminar la estructura independiente de H<sup>9</sup>A<sup>9</sup>), con capacidad de cerramiento perimetral e interior apto para recibir terminaciones superficiales (no necesarias) y alta resistencia térmica (bajo nivel de transmitancia térmica), admite tendido de instalaciones en su interior y facilidad de montaje en obra ([www.simacon.com.ar](http://www.simacon.com.ar)).

Además, vale citar la ventaja que presenta por reutilizar el residuo de la madera, porque también aporta un excelente valor de transmisión térmica (alta resistencia térmica perimetral con un valor de "K" < 1) gracias al componente "madera", óptima fortaleza estructural del hormigón armado y resistencia ignífuga. Por



las características aquí mencionadas se verifica que sería una buena variable para comenzar a sustituir los bloques comúnmente utilizados (ladrillo hueco, ladrillo común, bloque de hormigón, etc.) y de esta manera reducir los gastos energéticos destinados a ambientar nuestros espacios para llegar al confort necesario para los usuarios y lograr resultados similares mediante medios pasivos y menos nocivos para nuestro ambiente ([www.simacon.com.ar](http://www.simacon.com.ar)). Se considera que dicha posibilidad tecnológico-constructiva es sumamente factible, pues es un material producido dentro del NEA y además con materia prima de la región, lo que puede ser un ejemplo para que muchos emprendimientos (privados y/o oficiales) lo implementen: reutilizar los residuos de la producción maderera y además sustituir el sistema tradicional de construcción.

## REFERENCIAS

**CELANO, Jorge A.; JACOBO, Guillermo J. & PEREIRA, Obdulio** (2006). Paneles Termo-Acústicos a Base de Residuos de Madera. *2.º Seminario de Proyectos de Investigación de la Maestría en Madera, Celulosa y Papel de la Facultad de Ciencias Forestales*, Universidad Nacional de Misiones, Posadas, Argentina.

**INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (IRAM).**

Normas:

11601. (2002). Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo.

11603. (1996). Acondicionamiento

térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

11605. (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.

11625 y 11630. (2000). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales (25) puntos singulares (30) de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.

**JACOBO, G. J.** (2004). *Arquitectura del siglo XX para el siglo XXI*. IT-DAHU-FAU-UNNE. Editorial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

**JACOBO, Guillermo J. & ALÍAS, Herminia M.** (2011). *Energía y tecnología de la construcción*. EdiFAU (Editorial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo). Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina. ISBN N.º 978-987-27086-5-8. <http://arquitectnologicofau.wordpress.com/libros/>

## PÁGINA WEB

<http://www.simacon.com.ar/> Fecha de consulta: 26-05-2019.