

# Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales 2022

Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión



DOCENCIA  
INVESTIGACIÓN  
EXTENSIÓN  
GESTIÓN



### **Dirección General**

Decano Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo

Dr. Arq. Miguel A. Barreto

### **Dirección Ejecutiva**

Secretaria de Investigación

Dra. Arq. Venettia Romagnoli

### **Comité Organizador**

Herminia María ALÍAS

César AUGUSTO

María Victoria CAZORLA

Cecilia DE LUCCHI

Anna LANCELE SCOCCO

María Patricia MARIÑO

Aníbal PAUTAZZO

Lucrecia Mariel SELUY

Ludmila STRYCEK

### **Corrección de estilo**

Cecilia VALENZUELA

### **Diseño y Diagramación**

Marcelo BENÍTEZ

### **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>

### **> Comisión evaluadora**

#### **ISSN 1666-4035**

Reservados todos los derechos.

Resistencia, Chaco, Argentina. Octubre de 2023.

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.



# COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE PRESTACIONES ENERGÉTICAS DE VIVIENDA DE ENTRAMADO DE MADERA Y SISTEMA TRADICIONAL

**Morán, Rosanna G.,  
Pilar, Claudia A.  
y Vedoya, Daniel E.**  
moranrosannag@yahoo.  
com.ar

Instituto de Investigaciones  
Tecnológicas para el Diseño  
Ambiental del hábitat  
Humano (ITDAHu). Facultad  
de Arquitectura y Urbanismo  
(FAU), Universidad Nacional  
del Nordeste (UNNE).

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es el análisis comparativo de la eficiencia energética (EE) de un prototipo de vivienda social en dos sistemas constructivos: entramado de madera y sistema húmedo tradicional. La metodología utilizada ha sido el cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE), a través del aplicativo informático de etiquetado de viviendas de la Secretaría de Energía de la Nación. Los principales resultados confirman la mayor EE del sistema constructivo en madera. Por ello se concluye que resulta favorable la construcción de viviendas sociales en madera en Corrientes, para propiciar el desarrollo sostenible de la provincia y al mismo tiempo paliar el déficit habitacional.

## PALABRAS CLAVE

Madera; entramados; Corrientes.

## OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es comparar el Índice de Prestaciones Energéticas de un prototipo de vivienda en entramado de madera realizada en Corrientes, con el mismo diseño si se realizara en la tecnología habitual de obra húmeda.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible en la construcción "involucra el desempeño y funcionalidad requeridos con el mínimo impacto ambiental negativo, mientras se producen mejoras en los aspectos culturales, económicos y sociales a nivel local, regional y global" (Norma IRAM 11930, 2010). Como material de construcción, la madera presenta muchas ventajas ambientales: es natural, renovable, reutilizable, reciclable, biodegradable, de bajo gasto energético para su transformación y durante su vida como árbol fija dióxido de carbono (uno de los principales gases de efecto invernadero). Además, posee muchas ventajas constructivas, como por ejemplo resistencia a distintas solicitaciones, rapidez de construcción y montaje, bajo insumo de mano de obra, ligera, compatible con otros materiales, buen comportamiento térmico y acústico, belleza y calidez. Por to-

dos estos argumentos es un material privilegiado en la construcción energéticamente eficiente, con altas prestaciones en todo su ciclo de vida (Pilar *et al.*, 2019). La valoración sociocultural regional de la madera es contradictoria, dado que por una parte es considerada como un material noble y por otra existe desconfianza sobre su durabilidad y prestaciones como material de construcción.

La provincia de Corrientes, con 518.000 hectáreas de bosques implantados, posee la mayor superficie forestal del país. Una alta proporción de esta superficie se encuentra certificada o en vías de certificación mediante la organización FSC (*Forest Stewardship Council*) o el CerFoAr (Sistema Argentino de Certificación Forestal) (Pilar, 2021). A principios de 2022 la provincia, producto de la sequía y las altas temperaturas, se vio azotada por incendios forestales que afectaron notablemente el recurso. Se estima que se perdieron alrededor del 11 % de las plantaciones. El Instituto de Vivienda de Corrientes (INVICO) desarrolló un prototipo en este material para responder a las necesidades habitacionales. En el año 2015 se construyeron once viviendas de esta tipología, en la localidad de Virasoro de la provincia de Corrientes.

A partir de la ratificación del compromiso del Gobierno Nacional con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Argentina comenzó un proceso de adaptación de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al contexto local. Dentro de los diecisiete objetivos se encuentra el Objetivo 7, que refiere a "garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos", del cual la Secretaría de Gobierno de Energía está a cargo del desarrollo y monitoreo. Entre las metas de dicho objetivo se destaca una búsqueda por garantizar el acceso al servicio de energía, aumentar las energías renovables y mejorar la eficiencia energética (ONU, 2015). En este contexto se desarrolló el aplicativo informático para el etiquetado energético de viviendas.

Con el propósito de ratificar la EE de las construcciones en contraposición con los sistemas húmedos tradicionales, habitualmente utilizados para la construcción de viviendas sociales, se toma como caso de estudio el prototipo en madera desarrollado y construido por el INVICO y se realiza su análisis mediante el aplicativo de etiquetado, para finalmente compararlo con ese mismo prototipo, pero con la hipótesis de que se encuentra construido en

sistema húmedo tradicional. El IPE resulta un indicador concreto que confirma la EE de la vivienda en madera, y de esa manera aporta argumentos que tiendan a un uso más extendido de este sistema constructivo, en especial en la provincia de Corrientes, que posee la mayor superficie de bosques implantados del país.

## **DESARROLLO**

A continuación, se abordan los núcleos temáticos del presente trabajo: sistemas de entramados en madera en comparación con el sistema húmedo tradicional y los aspectos más sobresalientes del aplicativo de etiquetado de viviendas, desarrollado por la Secretaría de Energía de la Nación.

### **SISTEMAS DE ENTRAMADOS DE MADERA**

Dentro de los distintos sistemas constructivos en madera (macizos de troncos, ladrillos o CLT y en tramas abiertas y cerradas), el que posee mayor posibilidad de aplicación es el de entramado cerrado (Pilar, 2020), dado que la Resolución 3-E-2018 de la Secretaría de Vivienda y Hábitat lo declaró "tradicional", y de esa manera es posible implementarlo sin tramitar un Certificado de Aptitud Técnica (CAT).

En el sistema de entramados de madera, los cerramientos verticales de muros o paredes de los edificios se hallan materializados por bastidores u entramados de madera revestidos con placas de diferentes materiales, como fenólicos, como OSB, cementicias, de yeso, cuyas dimensiones en el mercado son 1,20 m x 2,40 m o 1,22 x 2,44 (según el caso), las cuales van clavadas o atornilladas a la estructura. Dichas placas poseen espesores variables desde 8 mm, 12 mm a 18 mm; en el interior de los entramados se colocan los materiales aislantes, y todo esto pasa a constituir un sándwich de materiales para la conformación de los muros de la edificación con espesores desde 10 cm en adelante, los que desempeñan una alta aislación térmica con bajo espesor.

Se la denomina construcción en seco, por ser un sistema de construcción abierto en el cual los materiales no requieren conglomerantes húmedos para el armado de su estructura y algunos componentes pueden ser pre-armados y llegan a la obra listos para ser colocados. Los entramados tienen la particularidad de poder estandarizar los elementos y pre-armar bastidores en espacios fuera de la obra, en taller o fábrica, acelerando el progreso de la obra.

No se necesitan grandes movimientos de suelo para fundaciones, por tratarse de construcciones livianas; más bien requieren arriostramientos que mantengan su estabilidad en caso de vientos muy fuertes. Los entramados de madera en su fabricación ocasionan bajos residuos de construcción, que además tienen la posibilidad de tener otros usos; además, con la ventaja de ser biodegradables y no afectar el medio ambiente. Esto permite mantener la higiene en la obra, debido a que los materiales empleados poseen un tamaño considerable y llegan con alto grado de terminación a la obra, por lo que las modificaciones que se hacen son menores, y esto colabora con la rapidez de la construcción. Se acortan los plazos de obra, y al emplearse materiales de grandes dimensiones y listos para ser usados, o pre-armados, aumenta la velocidad de la edificación.

En cuanto a seguridad, este sistema constructivo debe pasar la prueba de los nudillos, en referencia a que el usuario en cuanto sabe qué tipo de construcción es, lo primero que hace es golpear los paramentos con los nudillos de los dedos y si suena a hueco le proporciona una sensación de inseguridad, de fragilidad de la construcción, cosa que está muy lejos de la realidad. En relación con el aislamiento térmico,

adquieren un nivel muy superior a los sistemas tradicionales con bajo espesor de los cerramientos, lo que contribuye a un consumo energético más bajo para mantener el confort en el interior del edificio.

Ofrecen también una mayor calidad en las terminaciones de obra, por los materiales utilizados, que poseen un alto nivel de terminación inicial con buen nivel de fabricación, lo que repercute en el montaje de los elementos, que requieren menores controles. Se necesita un bajo control en obra, pues la verificación y controles de calidad se realizan en la producción de los elementos que constituyen el sistema constructivo.

Presentan una mayor precisión en la ejecución y montaje en obra, porque los materiales ya vienen con dimensiones estandarizadas y más precisas, con certificaciones que garantizan su calidad. Existen elementos racionalizados que permiten el ensamble y acoplamiento con otros de iguales características.

Este tipo de sistemas permite efectuar tareas en talleres, fuera de la obra, para su posterior traslado y montaje, como, por ejemplo, los bastidores de los muros, que normalmente se traen armados a la obra. Esto posibilita la realización de trabajos sin depender de las

inclemencias climáticas, lo que mejora el rendimiento de los trabajadores y evita retrasos en el cumplimiento de los plazos de entrega del producto. Son fáciles de realizar reparaciones y modificaciones, ya que las placas permiten cortar o destornillar, por la modulación que maneja en la ejecución resulta fácil encontrar las uniones entre placas para realizar cortes de precisión, lo que minimiza los residuos.

El hecho de que las empresas proveedoras de los materiales están involucradas en un mercado de alta competitividad hace que traten de mejorar sus productos constantemente, por medio de las investigaciones y propuestas innovadoras para sus clientes, ofreciendo productos con mayores prestaciones y con certificados de garantía de calidad y durabilidad del producto.

Flexible y versátil: en este tipo de sistemas resulta mucho más fácil efectuar cambios por necesidades o simple solicitud del cliente, sin costos económicos significativos. Aportes al medio ambiente: los materiales son reciclables, se pueden desmontar con facilidad y reutilizar. Además, la madera no produce CO<sub>2</sub>, requiere un bajo consumo energético para su producción y es un material biodegradable.

## **SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA DE LADRILLO**

En el sistema de mampuestos, los cerramientos verticales de muros o paredes de los edificios se materializan por la yuxtaposición de piezas pequeñas denominadas ladrillos, sean estos comunes, de máquina, cerámicos o bloques de hormigón y que, para la vinculación entre las partes, en general, se realiza a través de juntas y uniones húmedas con base en cemento, cal y arena, o sea, morteros de asiento.

Otra característica consiste en que se la puede denominar también como construcción húmeda, ya que el agua es un factor particular en este tipo de técnicas constructivas y se requieren volúmenes importantes para la realización de morteros de asiento, revoques (azotado, jalarro y enlucido) que constituyen las terminaciones de los paramentos, capas aisladoras, encadenados, que son partes insustituibles en dichos sistemas. Sin contar la realización de hormigones para fundaciones, estructura resistente complementaria (columnas, vigas) y contrapisos, además de los pegamentos para la colocación de cerámicos o baldosas en pisos y/o revestimientos cerámicos en paredes de baños y cocinas; el agua siempre está presente.

Los muros poseen una alta capacidad portante por sí mismos, sin necesidad de refuerzos adicionales, para la construcción de hasta dos plantas de altura; para mayores alturas se requieren refuerzos o sistema de vigas y columnas, que puedan absorber las cargas. La edificación presenta una larga durabilidad; se estima que la vida útil de los edificios realizados con este sistema es de más de 50 años, y la Secretaría de Vivienda de la Nación exige mínimo de treinta años, lo que hace este tipo de construcción sumamente solicitada.

El proceso de obra se realiza *in situ*, puesto que todas las actividades se desarrollan a pie de obra. Para su ejecución, el sistema de mampuestos demanda movimientos de suelos a gran escala, para fundaciones y contrapisos, estos como ítems obligatorios en cualquier obra, aunque existen otros que no siempre están presentes porque dependen del tipo de obras, como la ejecución de sótanos o piletas de natación.

Por las particularidades de los materiales que se usan y las actividades desarrolladas, propias de la construcción, se acumulan numerosos y variados residuos en obras, denominados Residuos de Construcción y Demolición (RCD),

que tienen que ver con restos de morteros, ladrillos rotos, materiales a granel acumulado (arena, piedras), desperdicios por la maniobra de los trabajos de ejecución.

La realización de reformas, modificaciones o reparaciones, donde es necesario picar o romper el sector que se va a intervenir, resulta compleja y en muchas ocasiones incluso cuesta detectar el lugar donde está el inconveniente. Existen dificultades para mantener la higiene en la obra, debido al manipuleo de materiales y trabajos de corte (cerámicas, ladrillos, paredes) que provocan el vuelo de partículas que ensucian el aire en movimiento y la zona de trabajo en general. Además, para la realización de instalaciones sanitarias, eléctricas y gas, es necesario picar la mampostería para poder embutir las cañerías; todo esto incrementa los RCD.

La mampostería está considerada en el grupo de obra pesada, debido al peso de los materiales que la componen, siendo que el peso de un metro cuadrado de muro de ladrillos comunes, de 30 cm de espesor varía entre 400 y 450 kg, según el mortero, y aproximadamente 250 kg el metro cuadrado de muro de 15 cm. Esto también exige cimientos de gran porte.

Este tipo de construcción requiere largos plazos de obra, y como consecuencia de la cantidad de rubros en dicha construcción, y el trabajo de manipulación de piezas pequeñas, se demandan controles rigurosos de las nivelaciones, los materiales en pasta que se usan como morteros y hormigones, que necesitan tiempos de fraguado y de adquisición de resistencia, proceso necesario para poder avanzar con los trabajos de la obra siguientes, además del tiempo de preparación y colocación.

La solidez de la masa muraria logra transmitir seguridad al usuario, que se siente protegido de las inclemencias climáticas, de la intrusión de personas y animales, etc. La aislación varía según el espesor: a mayor espesor mejor comportamiento acústico y térmico, lo que lo convierte en sistema apto para el cerramiento de espacios confortables.

No todos los materiales presentan garantía del fabricante; existen materiales elaborados de forma artesanal, lo que repercute en el producto final de la obra. Se requiere un control de obra más riguroso, para cada rubro y para cada material que llega a la obra, de las cantidades, la colocación, la nivelación, las terminaciones, etc., para conseguir calidad tanto

en la obra gruesa y sobre todo en las terminaciones, que son la cara expuesta de la edificación.

Estos sistemas siempre fueron aceptados para la realización de viviendas sociales; por tal motivo no requerían la gestión del CAT. El transporte y el uso de maquinarias de gran porte influyen en el costo y avances de los trabajos de la obra, por el volumen que se maneja. Los lugares de extracción en origen de los materiales normalmente están lejos de las obras, lo que requieren el uso de transportes que encarece en gran parte esta.

## APLICATIVO PARA EL ETIQUETADO DE VIVIENDAS

A finales de 2017 fue publicada la nueva edición de la norma IRAM 11900 Prestaciones energéticas en viviendas, "Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética". Dicha modificación implica un cambio de paradigma con relación a la primera publicación realizada en 2010. Esta nueva edición propone un análisis integral de las prestaciones energéticas de una vivienda, mediante los servicios de climatización, iluminación y agua caliente sanitaria, incorporando además la contribución de las energías renovables para los casos en que la vivienda posea instalado algún sistema

de aprovechamiento de la energía solar, como por ejemplo paneles fotovoltaicos. La norma es aplicable, por el momento en un marco voluntario, para viviendas unifamiliares (casas) y/o para unidades funcionales de edificios multifamiliares (departamentos) destinadas a uso residencial, incluyendo en su análisis todas las regiones climáticas de la República Argentina.

El Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas tiene como objetivo instituir la Etiqueta de Eficiencia Energética como un instrumento que brinde información a la ciudadanía acerca de las prestaciones energéticas de una vivienda y constituya una herramienta de decisión adicional a la hora de realizar una operación inmobiliaria, evaluar un nuevo proyecto o realizar intervenciones en viviendas existentes; para ello facilita un aplicativo informático de uso gratuito. Dicho aplicativo es una herramienta informática *online* que permite a los profesionales evaluar las prestaciones energéticas de una vivienda a partir de un relevamiento de esta **o análisis de proyectos, y obtener la Etiqueta de Eficiencia Energética conforme los procedimientos oficiales de alcance nacional, con el fin de evaluar posibles mejoras y cuantificar el impacto de** estas en términos de potenciales ahorros.

A los fines de validar el aplicativo informático nacional y realizar ajustes al sistema de implementación para garantizar su correcta adaptación a todo el territorio nacional, contemplando las particularidades climáticas, socio-económicas y de prácticas constructivas locales, la Secretaría de Energía de la Nación realiza experiencias de implementación en distintas localidades y provincias del país, que sirvan como efecto multiplicador de esta iniciativa y tomen fuerza en todo el territorio, de manera que las provincias puedan tener ley de etiquetado.

Desde el año 2017, se han realizado seis pruebas piloto en las ciudades de Rosario, Santa Fe, San Carlos de Bariloche, Mendoza, Godoy Cruz, San Miguel de Tucumán, Tafí del Valle y Salta, en las que se etiquetaron **más de 1400 viviendas. Actualmente, se encuentra en etapa de proyecto la Prueba Piloto en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.** La provincia de Santa Fe es una de las precursoras en concretar su propia ley de etiquetado, la Ley Provincial 13903/19 "Etiquetado de Eficiencia Energética en inmuebles destinados a vivienda"; en la actualidad, es obligatoria en dicha provincia, y se halla en tratativas de la regulación.



La Etiqueta de Eficiencia Energética es un documento donde figura una escala de letras desde la "A" (el mayor nivel de eficiencia energética) hasta la "G" (el menor nivel de eficiencia energética), que determina la Clase de Eficiencia Energética de una vivienda asociada a un rango de valores del Índice de Prestaciones Energéticas que varía para cada región del país. Dado que aún no se han realizado pruebas piloto en la provincia de Corrientes, no es factible determinar la etiqueta de la vivienda, pero sí el IPE, así como mucha información sobre las prestaciones energéticas.

## METODOLOGÍA IMPLEMENTADA

El aplicativo requiere un análisis ordenado del prototipo, para pasar luego a un anteproyecto.

### Vivienda de Madera (VM)

Para el presente trabajo se partió de la información gráfica del prototipo de madera del INVICO, suponiendo la orientación considerada más favorable. En la figura 1 se observa la planta de la vivienda, que luego se replica con otra materialidad en la vivienda de ladrillos huecos.

El diseño de vivienda está previsto para ser implantado con perímetro libre, resuelto con tecnología de entramado de madera, la cubierta a

dos aguas de chapa, revestimiento interior de placas de roca de yeso y al exterior machimbrado tipo frente

inglés o americano. En la figura 2 se observa un detalle constructivo de la tecnología del prototipo.



Figura 1. Planta principal de vivienda en madera. Fuente: Morán, 2022, datos legajo técnico INVICO

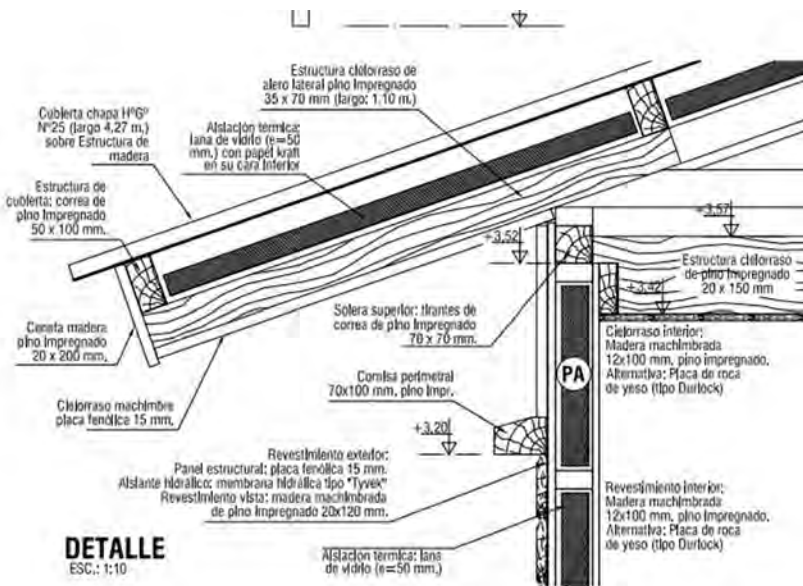


Figura 2. Detalle de encuentro de techo con muro y cielorraso. Fuente: legajo técnico INVICO

## Vivienda de ladrillos huecos (VLH)

Se adapta la planta del prototipo de madera para mantener las mismas características del programa arquitectónico y la superficie, verificando las prestaciones energéticas. Se utiliza la tecnología del prototipo denominado PT60 diseñado INVICO, cuyas características tecnológicas se sintetizan en la figura 3.

En función de dicha información, se realizaron de forma ordenada los pasos propuestos en la metodología del aplicativo informático.

- Identificación de ambientes y espacios.
- Clasificación de ambientes y espacios.
- Definición de zonas térmicas.
- Reconocimiento de la envolvente térmica.
- Identificación de los elementos de la envolvente térmica muros y aberturas (a modo de ejemplo, se muestra la figura 4).
- Identificación de los elementos térmicos. Cubiertas (figura 5).
- Identificación de los elementos térmicos. Solados (figura 6).
- Identificación de los elementos internos a la zona térmica, los muros divisorios internos sin definición de las aberturas (figura 7)
- Identificación de los elementos de la envolvente de los ANC y ENH.

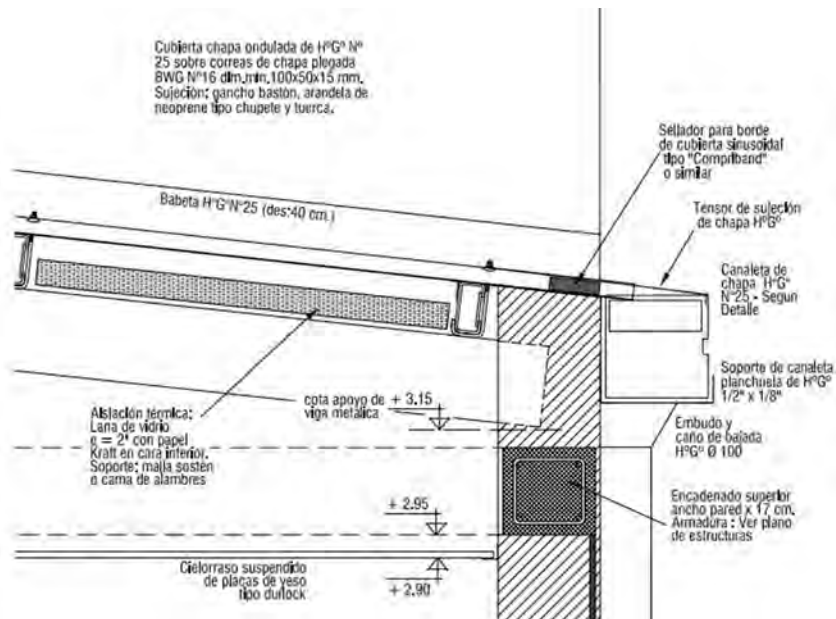
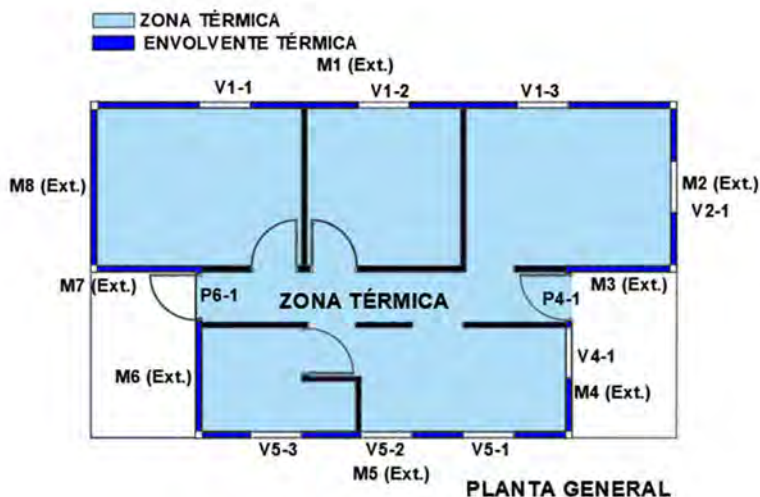
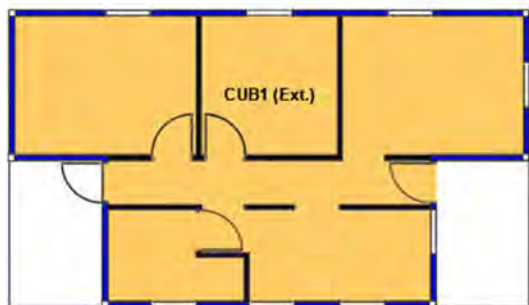


Figura 3. Detalle de encuentro de techo muro cielorraso PT60. Fuente: legajo técnico INVICO



■ ENVOLVENTE TÉRMICA  
■ CUBIERTA



PLANTA GENERAL



Figura 5. Identificación de los elementos térmicos. Cubiertas. Fuente: Morán, 2022

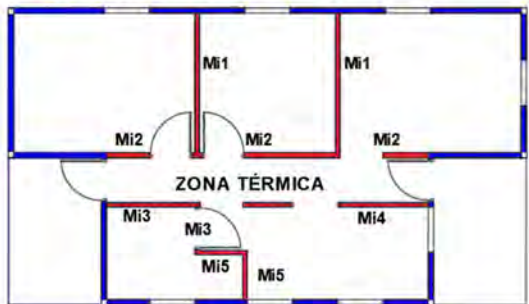
■ ENVOLVENTE TÉRMICA  
■ SOLADOS



PLANTA GENERAL

Figura 6. Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Solados. Fuente: Morán, 2022

■ ENVOLVENTE TÉRMICA  
■ ELEMENTOS DIVISORIOS INTERNOS



PLANTA GENERAL

Figura 7. Identificación de los elementos internos de la zona térmica. Fuente: Morán, 2022

## PRINCIPALES RESULTADOS

En esta instancia del trabajo se tomaron los resultados surgidos del aplicativo informático para el etiquetado de viviendas, según los datos cargados, recabados de los legajos técnicos de los prototipos de viviendas diseñadas por el INVI-CO, haciendo foco en los diferentes sistemas constructivos utilizados, para verificar las diferencias en cuanto a niveles de sustentabilidad a través de las prestaciones energéticas.

- El prototipo tiene una superficie útil de la vivienda de 51,87 m<sup>2</sup>, el área de la envolvente es de aproximadamente 194,97 m<sup>2</sup> y un volumen total climatizado 140,05 m<sup>3</sup>. Se destacan la relación área de la envolvente - volumen climatizado = 1,39 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> y el factor de intercambio térmico medio (btr) 0,73, existe una pequeña variación despreciable por la diferencia de materialidad.
- En cuanto a la transmitancia térmica media ("Km"), la diferencia es notable, teniendo presente la Norma IRAM 11605 que establece los máximos valores de transmitancia térmica aplicables a muros y techos de edificaciones destinadas a viviendas.

- Se puede observar en la tabla 1 que los valores máximos estimados para verano para la VM con un

espesor de muro de 11 cm, con una aislación térmica de 50 mm de lana de vidrio cumple con el nivel B y la VLH con un espesor de 20 cm posee un Km de 1,45 W/m<sup>2</sup> °C cumple con el nivel C (mínimo) establecido en dicha norma.

- La cubierta es de chapa de zinc a dos aguas, con un aislante térmico de lana de vidrio de 5 cm en ambos prototipos, salvo que la primera se

resuelve con estructura de madera con un "Km" de 0,33 W/m<sup>2</sup> °C que cumple con el nivel B holgadamente y en la segunda la estructura de techo es metálica, con un "Km" de 0,81 W/m<sup>2</sup> °C que no cumple con el nivel C (mínimo) que la Norma establece de 0,72 W/m<sup>2</sup> °C.

- La situación en el piso prácticamente no tiene variación, porque el tratamiento fue el mismo en

ambos sistemas constructivos.

- El valor Km en abertura de madera = 2,85 W/m<sup>2</sup>K menor a 4,00 W/m<sup>2</sup>K exigido en Norma IRAM 11507-4 Carpinterías de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores y el valor Km en aberturas metálicas = 4,78 W/m<sup>2</sup>K mayor a 4,00 W/m<sup>2</sup>K exigido en Norma IRAM 11507-4 se lo considera no clasificable.

TABLA 1					SÍNTESIS DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ARROJADOS POR EL APLICATIVO INFORMÁTICO				
ASPECTOS ANALIZADOS				Vivienda de madera (VM)		Vivienda de ladrillos huecos (VLH)			
Transmitancia media (Km)		Paredes		0,62 W/m²K		1,45 W/m²K			
		Cubierta		0,33 W/m²K		0,81 W/m²K			
		Piso		0,75 W/m²K		0,76 W/m²K			
		Aberturas		2,85 W/m²K		4,78 W/m²K			
Coeficiente global de intercambio térmico	INVIERNO	Coeficiente Global de Intercambio Térmico (Hinv)		151 W/K		265 W/K			
		Coeficiente Global de Intercambio Térmico Específico (Hinv/AU)		2,91 W/M²K		5,10 W/M²K			
	VERANO	Coeficiente Global de Intercambio Térmico (Hver)		242 W/K		363 W/K			
		Coeficiente Global de Intercambio Térmico Específico (Hver/AU)		4,66 W/m²K		7,00 W/m²K			
Índice de Prestaciones Energética (IPE)				89		114			
				VALORES MÁS EFICIENTES					
				VALORES MENOS EFICIENTES					

Fuente: Morán, 2022

Fuente: Morán, 2022

- Coeficiente Global de Intercambio Térmico (H): que es la suma de los coeficientes  $H_{tr}$ ,  $H_{ve}$  y  $H_g$  de cada una de las zonas térmicas de la vivienda, para invierno y para verano. Los valores que surgen de cada vivienda para invierno, siendo para la VM 151 W/K y para la VLH 265 W/K. Se brinda el coeficiente global de intercambio para verano: la VM arroja un valor de 242 W/K y la VLH de 363 W/K.

- Coeficiente Global de Intercambio Térmico Específico (H/AU): es el cociente entre el coeficiente global de intercambio térmico y la superficie útil de la vivienda, para invierno y para verano. Es un valor interesante para comparar las viviendas entre sí, ya que la superficie útil es la misma y varía el sistema constructivo que hace la diferencia entre ambas, existiendo una variación de 2,19 W/m<sup>2</sup>K en invierno y 2,34 W/m<sup>2</sup>K en verano.

- El valor de IPE arrojado por el aplicativo resulta el valor definitorio y síntesis. Se observa que la VM posee un IPE de 89, mientras que la VLH posee un IPE de 114.

Aún no resulta posible llegar a la obtención de la etiqueta que permitiría un resultado más contundente y plausible, dado que la provincia de Corrientes no se encuentra entre las provincias de pruebas pilotos de la Secretaría de Energía de la Nación.

## REFLEXIONES FINALES

Argentina posee un alto déficit habitacional y de infraestructura, donde existen regiones con mayores demandas que otras, como el Nordeste Argentino (NEA); por ello resulta importante encarar acciones desde todos los ámbitos posibles para paliar dicha situación, encarando desde las diversas esferas social, cultural, política y ambiental.

La construcción de viviendas es una forma de dar respuesta a la sociedad en esta cuestión. Es sumamente importante que respondan a criterios de sustentabilidad y de confort, para lo cual es necesario tener en cuenta distintas maneras de materializar la arquitectura y, sobre todo, controlar las diferentes etapas de esta para conseguir edificios de alta calidad.

Actualmente, la industria maderera realiza un amplio despliegue, apuntando a distintas iniciativas, públicas y privadas, con la idea de impulsar el desarrollo de la producción de la madera en la Argentina, dando a conocer las ventajas del recurso y promover un cambio de paradigma respecto de su uso en construcción. Uno de los logros sumamente relevante para la industria forestal fue el reconocimiento por parte de Secretaría

de Vivienda de Nación de los entramados de maderas como construcción tradicional, sin necesidad de tener que gestionar el CAT, agilizando notablemente su implementación. La resolución 3-E/2018 de la secretaría determina que los entes ejecutores que promuevan y financien proyectos de soluciones habitacionales podrán realizar pliegos de especificaciones técnicas particulares, licitar, supervisar y presentar proyectos mediante el Sistema de Construcción de Entramado de Madera para uso de estructuras portantes de edificios como sistema constructivo "tradicional", sin solicitar un Certificado de Aptitud Técnica (CAT).

El INVICO como promotor de viviendas de interés social para la provincia de Corrientes demuestra su inquietud en este tema, y avanzó en el desarrollo de un prototipo de vivienda de madera, con intenciones de ser implementado en planes de viviendas a gran escala en un futuro próximo. Para la producción del mencionado prototipo, Corrientes cuenta con el recurso forestal necesario y el deseo de la industria maderera de expandirse y la disposición a invertir en tecnología, investigación, promoción y capacitación del personal en todos los niveles, para lograr un producto de alta calidad.

Se puede observar que la vivienda en madera cumple con los beneficios que se pregonan en la actualidad, alcanzando altos estándares de sustentabilidad, incluyendo costos competitivos en el mercado, ampliamente conocidos, como que acortan los tiempos de obra; se pueden realizar partes de obra en taller; son sistemas livianos, lo que evita el empleo de maquinaria pesada; disminuyen los residuos de construcción en obra y las reparaciones son sencillas de realizar. Sumado a eso, además se puede agregar que es confortable, cálida, flexible y durable.

Teniendo en cuenta que países industrializados han adoptado como sistema constructivo por excelencia la construcción en madera y han perfeccionado la metodología de trabajo, la técnica, e invierten en capacitaciones e innovaciones, es imperioso realizar una mirada exploratoria y crítica hacia ellos para ver qué podemos aprender para poder implementarlo en nuestro país, tan rico y productivo, sobre todo porque no se está realizando un aprovechamiento del recurso en su totalidad.

Este trabajo permitió el análisis comparativo por medio del uso del aplicativo informático de etiquetado de viviendas para obtener informa-

ción del comportamiento energético de dos prototipos de viviendas con diferentes sistemas constructivos utilizados por el INVICO. Se puede ver claramente la relación entre ambas tecnologías en cuanto a prestaciones energéticas, si bien se considera necesaria la realización de simulacros de mejoras en la tecnología y en estrategias del diseño arquitectónico, con base en el diagnóstico arribado para verificar nuevos resultados.

Por medio de la investigación se puede mostrar que el modo de construcción habitual en la región no es el más sustentable, no solo desde el proyecto tecnológico y las estrategias de diseño, sino además desde la eficiencia energética.

El uso del etiquetado de viviendas en la región NEA permitirá:

- Cuantificar el nivel de eficiencia energética de un inmueble: IPE KWh m<sup>2</sup> año.
- Establecer una línea de referencia para la aplicación de políticas públicas.
- Generar un sello distintivo competitivo en el mercado inmobiliario para la compraventa y alquiler de inmuebles.
- Promover la inversión, el desarrollo y el trabajo local.
- Que los profesionales puedan contar con una herramienta más

de apoyo para el diseño de nuevos proyectos, remodelaciones y relevamientos.

- Que los estudiantes evalúen sus proyectos con una mirada más crítica ambientalmente.
- Que los usuarios obtengan información sobre la situación de sus viviendas para la toma de decisiones sobre la misma.

El aplicativo informático es una herramienta gratuita y amigable que posibilitará asumir una visión diferente de los usuarios y profesionales, para afrontar los proyectos de viviendas con óptimas prestaciones energéticas y de confort.

## BIBLIOGRAFÍA

**Norma IRAM 11930.** (2010). Construcción Sostenible. Principios Generales. Buenos Aires: Instituto Argentino de de Normalización y Certificación.

**Morán, R.** (2022). *Estudio comparativo de sistemas constructivos a través de indicadores de sustentabilidad ambiental*. [Tesis de Maestría en evaluación]. Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste. Maestría en Metodología de la Investigación Científica. Director: Dr. Arq. Daniel Edgardo Vedoya; Codirectora: Dra. Arq. Claudia Alejandra Pilar.

**ONU. Organización de las Naciones Unidas.** (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

**Pilar, C.** (2021). Madera en la construcción. Sustentabilidad ambiental desde la perspectiva circular de la materia y la energía. *26° Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural*. Desarrolladas en modalidad virtual durante los días 10, 11, 12, 13 y 14 de mayo de 2021.

**Pilar, C.; Roibón, M.; Vera, L., Kennedy, E. & Carrió, M.** (2019). Equipamiento urbano solar fotovoltaico. Diseño sustentable para el espacio público. *I Jornadas Diseño y Tecnología para la Sustentabilidad (DISTEC)*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, 8 al 10 de mayo de 2019.

**Secretaría de Vivienda y Hábitat** (2018). *Resolución 3-E-2018. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda*. Buenos Aires.