# INDICE DE PRESTACIONES ENERGETICAS DE VIVIENDAS
## de entramado de madera y de sistema tradicional

Mg. Arq. Rosanna Griselda Morán

UNNE

I.T.D.A.Hu.

Morán, Rosanna Griselda

Índice de prestaciones energéticas de viviendas: viviendas de entramado de madera y de sistema tradicional / Rosanna Griselda Morán. - 1a ed. - Corrientes: Ediciones del ITDAHu, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-29907-9-4

Ediciones del ITDAHU
Av. Maipú 228 – (3400) Corrientes (Rep. Argentina)

Diseño de tapa: Rosanna Morán
Impreso por Sistema Gráfico Digital en el departamento de
Publicaciones del Área de Técnicas Educativas del ITDAHu
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional del Nordeste
*
Impreso en Argentina
Diciembre de 2022

A mis padres Federico y Alicia, que son estrellas que iluminan mi camino.

A mi hijo Federico, pilar de mi vida.

A mi hija Eliana, presente a la distancia.

A Zar y Lev que hicieron más gratos los días

## Agradecimientos

A Daniel Edgardo Vedoya por el acompañamiento.
A Claudia Alejandra Pilar por su permanente asesoramiento y amistad.

El presente libro está basado en la tesis de maestría cursada en la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste. Defenza realizada el 5 de diciembre de 2022.

Mis directores
Director: Dr. Arq. Daniel Edgardo Vedoya
Codirectora: Dra. Arq. Claudia Alejandra Pilar

# Índice

**RESUMEN** ..... **7**

**Introducción** ..... **9**

***Justificación*** ..... *12*

***Problema de investigación*** ..... *14*

***Preguntas de investigación*** ..... *15*

***Hipótesis o argumentos centrales*** ..... *16*

***Objetivos*** ..... *16*

Objetivo general ..... 16

Objetivos particulares ..... 17

*Estado de la cuestión* ..... *17*

*Diseño de la investigación* ..... *18*

*Esquema organizativo* ..... *20*

**Capítulo 1. Sustentabilidad y arquitectura** ..... **22**

*Desarrollo sustentable* ..... *23*

Debate en Congresos Internacionales ..... 26

*Métodos y técnicas para la sustentabilidad* ..... *31*

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) ..... 31

Normas y sistemas internacionales de certificación ..... 32

Normas ambientales (ISO 14000) ..... 32

Sistemas internacionales de certificación ..... 34

*Medición de la sustentabilidad* ..... *35*

Parámetros y criterios de sustentabilidad ambiental ..... 37

**Capítulo 2. Sistemas constructivos** ..... **48**

*Tipos de construcción: tradicional e industrializada* ..... *48*

Sistema de construcción de mampostería de ladrillo ..... 50

Industrialización de la construcción ..... 53

Construcción en madera ..... 56

Sistema de construcción de entramado cerrado de Madera ..... 58

**Capítulo 3. Etiquetado de viviendas** ..... **61**

*Pruebas Piloto y experiencias de implementación* ..... *63*

*Etiqueta de Eficiencia Energética* ..... *65*

*Etapas para la generación de Etiquetas* ..... *67*

1. Estudio de la documentación disponible ..... 67
2. Relevamiento de datos ..... 67
3. Definición del sistema de estudio ..... 68
4. Carga de datos ..... 75
5. Procesamiento de datos y evaluación de resultados ..... 77
6. Emisión de la Etiqueta de Eficiencia Energética ..... 78

**Capítulo 4. Estudio de casos** ..... **80**

*Descripción y análisis de prototipo de viviendas* ..... *80*

Localización ..... 80

*Prototipo de vivienda de madera ..... 83*
Descripción de la tecnología constructiva ..... 87

*Prototipo de vivienda mampostería de ladrillos huecos ..... 90*
Descripción de la tecnología constructiva ..... 91

*Definición de Sistema de Estudio ..... 93*
Paso 1. Identificación de ambientes y espacios ..... 94
Paso 2. Clasificación de ambientes y espacios ..... 95
Paso 3. Definición de la zona térmica (ZT) ..... 97
Paso 4. Reconocimiento de la Envolvente Térmica (ET) ..... 97
Paso 5. Identificación de los elementos de la envolvente térmica ..... 98
Paso 6. Identificación de los elementos internos de la zona térmica ..... 101

*Carga de datos ..... 103*
Viviendas de madera ..... 103
Viviendas de mampostería de ladrillos huecos ..... 105

*Procesamiento de datos y evaluación de resultados ..... 106*
Viviendas de madera ..... 106
Viviendas de mampostería de ladrillos huecos ..... 112

*Comparación de casos ..... 119*

**Conclusiones ..... 124**

*Recomendaciones de diseño ..... 128*

**Bibliografía ..... 131**

**Índice de tablas ..... 137**

**Índice de figuras ..... 137**

**ANEXO A ..... 139**

*Carga de datos ..... 139*

**ANEXO B ..... 152**

*Resultados ..... 152*

# RESUMEN

La arquitectura tiene por finalidad generar espacios útiles para la vida del ser humano. En ese proceso se provocan modificaciones en el ambiente, que se traducen en impactos negativos con diferentes niveles de intensidad. Para prevenir y revertir estos efectos, resulta necesario medir los fenómenos intervinientes. Y para lograrlo es preciso contar con indicadores que nos proporcionen información cuantitativa sobre dichos impactos, que permitan realizar una evaluación ambiental de la construcción y su influencia con el entorno circundante y permitiendo su comparación.

El presente trabajo se fundamenta en un amplio marco teórico donde la cuestión ambiental ocupa un lugar preponderante dentro de las temáticas que preocupan a los profesionales de la arquitectura en las distintas etapas (extracción de materiales, transporte, proyecto, construcción, uso, mantenimiento y fin de vida útil). Todas estas instancias se dan en contextos específicos y situados que resulta necesario considerar para la obtención de un hábitat confortable.

Tener en cuenta diferentes criterios que ayuden a mitigar los efectos adversos de la construcción y colaboren en el desarrollo de diseños de alta calidad ambiental, desarrollados en función de cada etapa del proyecto como ser: sitio, emplazamiento, energía, agua, materiales, construcción, uso para contar con pautas y recomendaciones que apunten al diseño de edificaciones sustentables.

En la búsqueda de lineamientos para medir niveles de sustentabilidad de edificaciones existentes y proyectos se detectó el Etiquetado de viviendas como una herramienta que brinda en forma integral información sobre: el diseño, la forma, la localización y el clima, además de las distintas soluciones constructivas de la envolvente, la calidad de aberturas, las protecciones solares y los sistemas de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación que determinan la eficiencia energética de la vivienda. Además, dicho procedimiento se encuentra validado a nivel nacional, algunas provincias ya lo aprobaron con fuerza de ley y realizaron pruebas piloto para determinar cuantitativamente los valores de la etiqueta.

Esto aún no se ha realizado en la provincia de Corrientes, por lo que el presente trabajo representa un avance tendiente a la puesta en vigor de dicho procedimiento en el ámbito local.

La comparación de sistemas constructivos a partir de indicadores ambientales permite lograr una percepción más objetiva e integral para profesionales y usuarios, con

la idea de desactivar preconceptos sobre el uso de sistemas constructivos industrializados.

La conceptualización del trabajo abordado se concibe mediante un análisis metodológico-comparativo, en la búsqueda de consensuar una guía práctica posible de implementar en la región NEA, que refleje los principales datos a tener en cuenta para el logro de una arquitectura sustentable, de modo de hacerlos aplicables a las diferentes edificaciones, asumiendo las características propias de cada caso y la posibilidad de adoptar aquéllos que se adapten mejor a estos.

# Introducción

El abordaje de la temática planteada en este trabajo surge con la intención de encontrar respuestas a nuevos paradigmas que se manifiestan en al ámbito de la construcción, en un intento por minimizar los impactos que esta provoca en el ambiente, tendiendo a una práctica más sana y sustentable, para esto se parte del análisis comparativo de sistemas constructivos diferentes, de uso cotidiano en la región NEA, concretamente en la ciudad de Corrientes.

El escenario que se presenta en la actualidad en el entorno de la arquitectura, es el resultado de las discusiones planteadas en los congresos internacionales sobre cambio climático y medio ambiente, donde los diferentes jefes de estados del mundo, poner a consideración las distintas problemáticas que los moviliza con respecto a la necesidad de tener un planeta saludable.

La construcción se halla en una encrucijada debido a las exigencias de la sociedad, que reclama cada vez con mayor ímpetu, un ambiente más sano y más saludable, esto requiere una gran transformación, con una visión más sustentable de la arquitectura, que solicita de prácticas constructivas más eficientes y menos nocivas, lo que sugiere la innovación en tecnologías y técnicas más amigable con el ambiente.

La construcción es una actividad de alto impacto ambiental, porque insume materia y energía, genera residuos y modifica el entorno.

Por otro lado, es difícil prescindir de la industria de la construcción ya que por medio de ella se mueven las economías de los países, aparte de ser la encargada de la materialización de las obras de arquitectura.

La industria de la construcción consume el 50 % de los recursos naturales mundiales, lo que la convierte en la actividad menos sostenible del planeta (Edwards, 2013, p. 3).

En una somera clasificación, se puede distinguir dos tipos de construcción, una “tradicional” y la otra “industrializada”.

El concepto de “construcción tradicional” tiene carácter relativo, ya que se refiere a un contexto geográfico, histórico y cultural específico. En el ámbito de la Región Nordeste Argentina (NEA), por construcción tradicional se entiende a aquélla que se

basa en el mampuesto, con empleo de mezclas húmedas, con características artesanales.

Por su parte, la “Construcción industrializada”, abarca un variado abanico de alternativas que se describen sucintamente a continuación.

En primer término, se ubican, los entramados, tanto de madera como metálicos, también conocidos coloquialmente como “construcción en seco”, que representan el nivel más bajo de industrialización. Estos sistemas constructivos, identificados como “Balloon Frame” y “Steel Frame”, gracias a la facilidad constructiva que ofrecen hoy las placas de yeso y los tableros de madera, han sido incorporados a la construcción regional y aceptados social y culturalmente. Se destaca de ellos su flexibilidad y adaptabilidad a los proyectos en general.

En un nivel creciente de industrialización se encuentra la construcción prefabricada no integral, conocida habitualmente como “de paneles”, que son elementos “bidimensionales” fabricados en talleres o factorías y en obra solo se realiza el montaje de los mismos, ya que llegan totalmente terminados para ser colocados, y no admiten modificaciones ni de tamaño y ni de forma.

El mayor nivel de industrialización lo alcanzan las células o módulos tridimensionales que resuelven de forma integral la envolvente del espacio arquitectónico.

No obstante, de ser la producción industrial una de las principales causas del deterioro ambiental, la construcción basada en esta metodología también posee algunos valores potenciales que podrían propiciar la sustentabilidad:

- Dimensionamiento estructural y constructivo exacto.
- Reducción de residuos de construcción y demolición.
- Reducción en el consumo de agua.
- Reducción del consumo de energía, durante el proceso de fabricación y durante la etapa de uso, mediante un adecuado diseño higrotérmico de la envolvente.
- Mejoramiento de la calidad de los componentes constructivos.
- Instalaciones de fácil acceso e inspección.
- Incremento del control de fabricación por la escala masiva de producción.
- Mayores posibilidades de implementación I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación).
- Reducción de los plazos de montaje.
- Intercambiabilidad de elementos y separación selectiva de los materiales.

- Posibilidades de deconstrucción, reconstrucción, portabilidad.
- Disminución del volumen de cimentación por tratarse de componentes livianos.
- Profesionalización en el diseño y la construcción.

Hacer arquitectura provoca modificaciones en el ambiente, que se traducen en impactos de todo tipo, positivos y negativos, con diferentes niveles de intensidad. Identificarlos permitirá evaluar los efectos provocados por esta, y así poder encontrar los mecanismos adecuados para revertir la acción que estos ejercen sobre el medio ambiente, sobre todo los negativos.

Para ello es necesario contar con herramientas que brinden información cuantitativa sobre dichos impactos, para así abordar una evaluación ambiental en función de la construcción y su influencia con el entorno circundante.

Existen interpretaciones diversas sobre el concepto de sustentabilidad en la construcción; una de ellas parte del imaginario colectivo de la sociedad que se resiste a considerar a los sistemas constructivos industrializados como de uso opcional en la construcción de sus viviendas por considerarlos inestables y menos seguros, que no pasan la “prueba de los nudillos” dice Mac Donnell, ya que las personas al conocer que son sistemas de entramados lo primero que hacen es golpear con los nudillos para sentir si suena a hueco.

La educación es una de las áreas necesarias para lograr la concientización de la sociedad en cuanto al cuidado del planeta. Uno de los pasos ambiciosos es lograr el cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sustentable que se han planteado para llevar adelante con miras al 2030. Teniendo como base el primer objetivo presentado en el Informe Brundtland en 1987 donde *"El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas."*

Este trabajo pretende analizar el nivel de eficiencia ambiental de dos sistemas constructivos utilizados por el Instituto de Viviendas de Corrientes (INVICO) para la ejecución de viviendas del estado provincial.

En ese sentido, se llevó a cabo un proceso de recopilación y análisis de información con antecedentes internacionales de sellos de evaluación y certificación de la sostenibilidad, como son BREEAM en Reino Unido; LEED en Estados Unidos; HQE en Francia; CASBEE en Japón, así como las Normas ISO 14000 por nombrar algunos de los muchos sistemas de evaluación utilizados de notoria trayectoria internacional.

En Argentina la normativa en relación a la sustentabilidad de edificios y eficiencia energética son las normas IRAM. Además, las reuniones anuales de ASADES (Asociación de Energía Solar) se incluyen presentaciones sobre estudios análisis del ciclo de vida de los materiales, eficiencia energética, acondicionamiento natural y sustentabilidad a nivel urbano.

Para satisfacer este estudio se parte del análisis comparativo de dos sistemas constructivos utilizados por el Instituto de Vivienda de Corrientes (INVICO) en la resolución de prototipos de viviendas estatales. Uno de ellos, es de construcción tradicional de mampostería de ladrillos huecos y el otro se basa en un sistema industrializado de entramado de madera (del tipo "*balloon frame*"). En el abordaje de la investigación se utilizó un aplicativo informático provisto para el Etiquetado Energético de vivienda de la Secretaría de Energía de la Nación, que permite determinar el Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) de las mismas, en base al surgimiento de los datos que resulten de dicho estudio.

## Justificación

La propuesta del tema de investigación surge como una preocupación desde lo personal en el desempeño laboral como docente universitaria de la carrera de Arquitectura, en una asignatura donde se estudian temas que alcanzan un profundo sentido social, que tienen que ver con la construcción del hábitat, basados en los requerimientos de confort del ser humano, en el que el arquitecto es responsable de dar respuestas eficientes a estos interrogantes, desde el proyecto hasta su materialización.

Sustentabilidad, por un lado, y arquitectura sustentable, por el otro, son conceptos que adquieren en la actualidad cierta notoriedad trascendente, no sólo entre los profesionales de la construcción, sino también entre el público en general, lo que exige cada vez una mayor calidad y eficiencia ecológica en las construcciones, en tanto esto no constituya un costo adicional en su presupuesto.

Por su parte, el mercado de la construcción, un tanto en respuesta a estos requerimientos, incorpora continuamente nuevos materiales y técnicas constructivas innovadoras, que resultan cada vez más ventajosas para la ejecución de los proyectos, lo que los hacen más eficientes, ya que consiguen acortar los tiempos de ejecución y lograr mayor limpieza en la obra, con alto grado de divulgación masiva, esto favorece a que el cliente se incline a aceptarlos para la ejecución de sus obras.

*"La edificación sustentable promueve diversos beneficios que se extienden más allá de su participación en el mejoramiento de las condiciones ambientales y mitigación de impacto ambiental, dado que representa el establecimiento de un nuevo orden de los principios básicos de diseño en todas y cada una de sus escalas"* (Evans, 2010, p.18).

La sostenibilidad abarca todas las fases de la arquitectura, lo que nos lleva a tener presente a la tecnología como integrante fundamental del proyecto, donde la conjugación de técnicas y materiales se complementan en la realización de la obra.

El problema de sostenibilidad en la construcción no se resume en el comportamiento térmico de los edificios, sino que involucra también las emisiones comprometidas en su manufactura, la obtención y traslado de los materiales y cómo esas cuestiones se combinan con la vida útil del edificio. Una de las estrategias consideradas tiene que ver con la posibilidad de desmontar un edificio y reutilizar sus materiales o, como en el caso de la prefabricación, reutilizar el edificio completo en otro sitio. Al ser construidos con materiales desmontables, los edificios cumplen con esta última posibilidad, justificando el mayor costo energético eventualmente asociado a las partes utilizadas (Summa+188, 2021).

La búsqueda de consenso entre "sustentabilidad" y "arquitectura sustentable" orienta el análisis del presente trabajo de investigación, para lograr nuevas certezas sobre los sistemas constructivos industrializados que nos permitan optimizar los procesos constructivos y alcanzar el objetivo de lograr mejores condiciones de habitabilidad en los edificios construidos.

Los sistemas constructivos industrializados permanecen en constante evolución, un hecho reconocido por las empresas constructoras, que han incrementado la aplicación de los mismos en sus obras, aunque esto no suele ser compartido por el público en general, renuente a aceptarlos, a pesar de las muchas ventajas que manifiestan.

En la búsqueda de criterios iniciales que midan la sustentabilidad ambiental y que sea factibles de aplicar en la región NEA, se detectó la posibilidad de utilizar el aplicativo informático de etiquetado de viviendas puesto a disposición por la Secretaría de Energía de Nación, en el cual se tienen en cuenta una serie de características del edificio en estudio, desde las orientaciones, las ventilaciones, el sistema constructivo, la superficie de los ambientes y su relación con el entorno. Además, de la envolvente y los elementos divisorios interiores, y el suministro de energía primaria. Estos parámetros permiten verificar las prestaciones energéticas de un anteproyecto o una vivienda, información

que colabora en las decisiones del diseñador, para una resolución constructiva apropiadas para lograr ambiente confortable tanto en verano como en invierno.

El etiquetado de vivienda es una herramienta sumamente innovadora en el campo de arquitectura en el ámbito de la República Argentina, si bien existen unas pocas provincias que lo están aplicando como es el caso de Santa Fe que ya posee una ley con importantes avances para su implementación, y está trabajando a nivel provincial para lograr que todas las localidades se vayan sumando paulatinamente a este nuevo proyecto.

Que se pueda llegar a incorporar en cada una de las provincias sería un gran paso a nivel país. Desde la Secretaría de Energía de la Nación se están realizando capacitaciones en diferentes ciudades para poder acompañar el proceso de dictado de una ley de etiquetado y su implementación, además, es una forma de que se encuentren profesionales idóneos y preparados para el asesoramiento a la hora de la concreción en cada ciudad.

El interés por el tema se fundamenta en la posibilidad de generar un aporte al conocimiento, de utilidad en el ámbito educativo y en la práctica profesional sobre todo en el territorio del NEA.

## Problema de investigación

En el proceso de difusión y concientización sobre la importancia del cuidado del ambiente, lo “ecológico” o lo “sustentable” han pasado a ser en muchos casos un mero elemento de marketing, vacío de contenido.

La arquitectura y la construcción no son ajenas a esta tendencia y, en muchos casos, el concepto de “sustentabilidad” se ha banalizado. Si bien existen investigaciones y metodologías de evaluación serias y profundas, también es cierto que circulan de forma explícita o implícita nociones que no siempre se sustentan en fundamentos científicos.

El proceso de diseño y construcción de viviendas y su posterior uso contribuyen significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero, e impactan de distintos modos sobre el ambiente natural y el hábitat humano. Esto abarca una multiplicidad de factores que van desde la ocupación del territorio y el uso de las infraestructuras urbanas, hasta los criterios de diseño, los materiales utilizados, los residuos generados,

la construcción y la operación de las viviendas (Manual de vivienda sustentable, P.10, 2017).

El sector de la construcción es también la fuente de más del 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), siendo por tanto un sector crucial para hacer frente a la lucha contra el cambio climático. En su informe de 2007, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) destacó que el sector de la construcción es el que tiene el mayor potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, con el menor costo (Agencia de Protección Ambiental, 2022).

Si bien es cierto que la industria de la construcción en general, de forma directa o indirecta, ha provocado y provoca un gran deterioro ambiental, también debe reconocerse que los sistemas constructivos industrializados poseen características tales que favorecen el aumento de su nivel de sustentabilidad en comparación con los sistemas tradicionales de construcción.

*"En el mundo la conciencia ambiental es un aspecto transversal, condicionante del diseño y construcción de edificios, a pesar de ello, nuestra realidad constructiva regional, muestra un fuerte desconocimiento de la dimensión ambiental en la producción del hábitat" (Pilar, 2003, p. 15).*

Consecuentemente, la presente investigación aplica este análisis comparativo, entre sistemas constructivos, con el objeto de obtener información objetiva que permita verificar los grados de sustentabilidad de la construcción industrializada en comparación con la tradicional.

El tema planteado posee una relevancia social significativa, ya que la respuesta al problema permitirá dejar en claro ciertas dudas que se presentan en el campo de la arquitectura, a la vez que posibilitará abrir nuevas líneas de investigación para potenciales trabajos futuros.

## Preguntas de investigación

El universo de análisis mayor del presente trabajo es, precisamente, la arquitectura y el abordaje teórico se plantea desde la perspectiva ambiental, de donde surgen un conjunto de preguntas sobre la temática.

Tomando los puntos indefinidos en el área del conocimiento con el fin de aclarar sitios en sombras sobre el tema en cuestión y con la pretensión de definir los conceptos que orientan el problema de investigación, se formularon los siguientes interrogantes:

1 ¿Cuáles son los criterios de evaluación para lograr una arquitectura sustentable?

2 ¿Cuáles son las relaciones existentes entre los sistemas constructivos tradicionales en base a mampuestos y los sistemas constructivos industrializados de entramados de madera utilizados en Corrientes en la región NEA que permitan minimizar impactos en el medio ambiente?

3 ¿Qué métodos de evaluación de sustentabilidad edilicia se utilizan a nivel internacional y nacional?

4 ¿Cuáles son las particularidades de la vivienda que se requieren analizar para conocer el nivel de eficiencia energética de la misma?

5 ¿Cuáles son los valores de relevancia que permiten la comparación entre ambos sistemas constructivos?

## Hipótesis o argumentos centrales

Los entramados en madera constituyen una propuesta tecnológica de alta prestación energética para la construcción de viviendas contribuyendo a la sustentabilidad ambiental. La comparación de los sistemas constructivos a partir de indicadores ambientales permitirá lograr una percepción más objetiva e integral por parte profesionales y usuarios, para poder desactivar miedos y preconceptos sobre el uso de sistemas constructivos en madera.

Dicha hipótesis sumada al problema y los objetivos de investigación actuarán como organizadores del presente estudio.

La conceptualización del trabajo abordado lo hace mediante un análisis metodológico-comparativo, en la búsqueda de consensuar una guía práctica posible de implementar en la región NEA, que refleje los principales datos a tener en cuenta para el logro de una arquitectura sustentable, de modo de hacerlos aplicables a las diferentes edificaciones, asumiendo las características propias de cada caso y la posibilidad de adoptar aquéllos que se adapten mejor a estos.

## Objetivos

### Objetivo general

- Comparar los niveles de sustentabilidad ambiental de los sistemas constructivos industrializados de entramados de madera y los sistemas constructivos tradicionales en base a mampuestos, considerando la dimensión energética.

### Objetivos particulares

1. Analizar los diversos criterios de sustentabilidad ambiental factibles de aplicación para lograr una arquitectura más eficiente y seleccionar el que resulte confiable.
2. Examinar comparativamente la relación existente entre los sistemas constructivos de entramados de madera y los sistemas constructivos tradicionales en base a mampuestos utilizados en Corrientes en la región NEA.
3. Identificar los métodos de evaluación de sustentabilidad edilicia que se utilizan a nivel internacional y nacional.
4. Detectar las características técnicas de la vivienda que permitan conocer sus prestaciones energéticas
5. Reconocer los valores de relevancia que admitan la comparación entre los casos de estudio.

## Estado de la cuestión

En el ámbito regional se encontraron trabajos con temáticas relacionadas, sobre los cuales se fundamentan algunos aspectos de esta investigación.

Uno de los principales antecedentes lo constituye la tesis de la Maestría en Gestión Ambiental denominada “Una mirada ambiental al proceso de producción de hábitat urbano. Análisis ambiental de materiales y técnicas constructivas adoptadas en las políticas de viviendas de interés social, en la ciudad de Resistencia” (Pilar, 2003) en el cual se desarrolla una comparación entre barrios de interés social de la ciudad de Resistencia, mediante indicadores de sustentabilidad elaborados en torno a los parámetros: materia, energía, residuos e implantación.

Por su parte en el trabajo de Pedroso (2014) denominado “Certificación energética. Análisis comparativo de normativas. Factibilidad de aplicación en edificios en altura de las ciudades de Resistencia y Corrientes” se realiza una recopilación y sistematización de información sobre distintos mecanismos de certificación energética actualmente utilizados en el mundo y la región, de los cuales se podrá identificar indicadores usados y su grado de eficacia en el análisis.

En el trabajo final de carrera (FI – UNNE) de Checura, Arsuaga & Canzoneri (2014) denominado “Diseño de un edificio sustentable en altura en Resistencia” se realizó un rediseño de un edificio en altura aplicando criterios de sustentabilidad y llegando al final a una síntesis comparativa y un análisis de costos de dichas intervenciones. Por su parte en el trabajo de los alumnos Figueroa, Raffaulte & Sarradell (2016) denominado “Optimización ambiental de un modelo de vivienda PRO.CRE.AR para las condiciones

de la ciudad de Resistencia" se aplicó una metodología similar en prototipos de viviendas PROCREAR.

En el trabajo de Romano Pamies, Carla et al (2018) llamado Lineamientos e indicadores para la valoración de la sustentabilidad edilicia, de factible incorporación a las normativas de edificación vigentes en Resistencia y Corrientes presentado el X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura (CRETA) en la ciudad de La Plata, que aborda el tema de la edificación sustentable en las localidades de Resistencia y Corrientes (capitales de las provincias de Chaco y Corrientes, respectivamente, en la región Nordeste de Argentina –NEA-), propone una herramienta de diseño a partir del desarrollo de un Sistema de Indicadores con el que se pueda evaluar el grado de sustentabilidad y eficiencia energético-ambiental de un proyecto arquitectónico, o bien de edificios ya construidos, a los que se pueda proponer alternativas de intervención que mejoren sus condiciones. Dicha herramienta podría incorporarse a las normativas edificatorias municipales locales.

Asimismo, se analizaron trabajos e investigaciones de experiencias profesionales en el ámbito regional e institucional desarrollados en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), en proyectos de investigación del ITDAHu y el Departamento de Comunicación y Tecnología de proyectos de investigación. Además, de trabajos de las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la FAU.

## Diseño de la investigación

La metodología de investigación propuesta es de tipo cuantitativa, dado que el objetivo consiste en "medir" niveles de sustentabilidad de distintos sistemas constructivos, basada en el método hipotético deductivo, partiendo de lo general hacia lo particular.

Para poder describir de manera científica esta realidad previamente dada en nuestro mundo de la vida, debemos operar sobre esa plenitud: explicitar de qué modo la fragmentamos y la enunciamos, moldeándola con nuestras categorías lingüísticas (Samaja, 2012)

De manera general, puede entenderse como "plan de ruta" o "plan de acción". Trazarse un camino, significa tener un destino (hacia el que ese camino se dirige); y un orden, una secuencia de pasos a seguir para alcanzar dicha meta (Ynoub, 2007).

La investigación científica es, en esencia, como cualquier tipo de investigación. Lo que la caracteriza y distingue es su organización, rigurosidad y cuidado en la obtención de datos. Como siempre señaló Fred N. Kerlinger: es sistemática, empírica y crítica. Esto se aplica tanto a estudios cuantitativos, cualitativos y mixtos. Que sea “sistemática” implica que hay una disciplina para realizar la investigación científica y que no dejan los hechos a la casualidad. Que sea “empírica” denota que se recolectan y analizan datos. Que sea “crítica” quiere decir que se evalúa y se mejora de manera constante. Puede ser más o menos controlada, más o menos flexible o abierta, más o menos estructurada, pero nunca caótica y sin método (Hernández Sampieri, 2014).

La producción de datos se obtuvo a través de fuentes específicas, como son los legajos técnicos y pliegos de especificaciones técnicas del INVICO.

Como punto de partida, resultó de fundamental importancia proceder a la recopilación de la documentación disponible de los prototipos de vivienda seleccionados a los fines de realizar un estudio preliminar y obtener información que permita optimizar la tarea posterior de análisis de datos.

Samaja, 2012 expresa que: El investigador propone una interpretación de sus términos teóricos haciéndolos corresponder con los hechos de la experiencia.

El universo de análisis se halla constituido por prototipos de viviendas unifamiliares diseñadas para la provincia de Corrientes en el NEA. Las unidades de análisis son prototipos de vivienda de similares dimensiones y características, una de ellas materializada con técnicas tradicionales de mampostería de ladrillos huecos y la otra mediante el sistema constructivo industrializado denominado entramados de madera, también de uso accesible para nuestra región.

Decir que una muestra es representativa, es lo mismo que decir que tenemos fundamentos suficientes para pensar que la estructura de la muestra es análoga a la estructura del universo (Samaja, 2012).

La búsqueda bibliográfica radicó en una primera aproximación al problema, para comenzar a responder las preguntas planteadas en el presente trabajo, donde se realizó la revisión de argumentos, conceptos y normativas sobre sustentabilidad en relación a diferentes sistemas constructivos, así como la normativa vigente en el ámbito internacional y nacional.

Para el análisis de la información se tomaron los datos surgidos de la documentación conformada por los legajos técnicos de viviendas del INVICO, los que se recogieron en forma pormenorizada aquellos más relevantes, que permitieron

conformar el corpus del informe, además, del trabajo sobre planos y especificaciones técnicas del proyecto de dos prototipos, tomando los diferentes sistemas constructivos.

Entre los posibles abordajes de la medición de la sustentabilidad se optó por el Etiquetado de Vivienda de la Secretaría de Energía de la Nación. El software de cálculo para Etiqueta de vivienda, se usó como técnica para recabar datos sobre la envolvente, el sistema constructivo, la zona climática, factores de diseño, como una herramienta innovadora para la manipulación de información pertinente que respalde las decisiones de diseño de estudiantes y profesionales y, además, que en un futuro no muy lejano sea de uso corriente para los usuarios en la verificación de eficiencia energética de sus inmuebles.

## Esquema organizativo

La presente investigación plantea una estructura organizativa en cuatro capítulos que constituyen bloques temáticos que se articulan entre sí para exponer de forma ordenada los fundamentos que la sostienen.

El trabajo inicia con una introducción en la que se realiza la presentación del tema problema de investigación, la justificación de la temática encarada a través de una mirada ambiental donde se expone la relevancia de la materialización de la arquitectura en el abordaje de los criterios de sustentabilidad necesarios para dar respuestas de confort al usuario por medio del uso de sistemas constructivos eficientes. A continuación, se formulan los objetivos que guían el recorrido de este trabajo con la intención de responder a las afirmaciones propuestas en el estudio encarado para el desenlace de los temas que intentan dar respuesta al problema formulado, sobre los sistemas constructivos utilizados en la provincia de Corrientes, haciendo foco en los aportes que realizan en cuanto a la eficiencia energética para la sustentabilidad de un proceso de construcción adecuado a la zona climática.

En el Capítulo 1 “Sustentabilidad y Arquitectura” se plasma el marco teórico sobre el surgimiento y los alcances del concepto de sustentabilidad y desarrollo sustentable en el ámbito de la construcción. Además de las posibilidades de medir la sustentabilidad ambiental, analizando los diferentes métodos que se utilizan a nivel internacional y en el ámbito nacional. Es abundante la bibliografía existente que se refiere a la sustentabilidad, encarando la temática desde diferentes áreas de conocimiento - social, ambiental, económico, político -, lo que hace necesario realizar un recorte de la

información, centrando la atención desde el sector de la construcción, como materialización de la arquitectura.

El Capítulo 2 “Sistemas Constructivos”, se expone a la construcción como objeto de estudio que sostiene la estructura argumentativa del presente estudio, encarado por medio del estudio de los sistemas constructivos utilizados por el INVICO en la construcción de viviendas del estado provincial.

El Capítulo 3 “Etiquetado de Viviendas”, postula el abordaje metodológico que servirá de base para encarar la comparación de los sistemas constructivos seleccionados para el análisis, utilizando como herramienta para el desarrollo del trabajo el aplicativo online para el etiquetado de viviendas de la Secretaría de Energía de la Nación, dicho procedimiento permite conocer la eficiencia energética de la misma, a través del análisis de los ambientes climatizados, los materiales constitutivos de la envolvente, lugar de emplazamiento del mismo según la zona bioclimática y la orientación, así como el sistema constructivo en general, esto permitirá identificar aquellos ítems de la edificación que requieran ajustes o mejoras para una mayor eficiencia energética que contribuyan a la sustentabilidad ambiental.

El Capítulo 4 “Estudio de casos”, consiste en el análisis de la información recabada sobre los casos de estudios y el desarrollo del procedimiento para la obtención del Índice de Prestaciones Energética (IPE) de una vivienda, tomando como herramienta de evaluación el aplicativo informático de etiquetado de vivienda y la aplicación práctica a prototipos diseñados para la ciudad de Corrientes con diferentes sistemas constructivos.

Por último, en instancias finales se presenta la discusión de los resultados sobre los datos arrojados por el aplicativo. Del análisis de los cuales surgirán las conclusiones y recomendaciones que cierran esta investigación. El último punto que acompaña a este trabajo lo constituye la mención de la bibliografía utilizada para la fundamentación del presente estudio y los anexos que contienen las tablas de resultados.

# Capítulo 1. Sustentabilidad y arquitectura

El presente trabajo se fundamenta en un amplio desarrollo teórico donde la cuestión ambiental ocupa un lugar preponderante dentro de las temáticas que preocupan a los profesionales de la arquitectura en las distintas etapas (extracción – proyecto – construcción – localización), sobre todo aquéllos que deben desempeñar funciones en distintos ámbitos en el siglo XXI.

El cambio climático y el calentamiento global son fenómenos que se producen conjuntamente con el agotamiento de los recursos naturales y los impactos ambientales provocados por la urbanización. Esta última genera una gran cantidad de residuos, así como la demanda de infraestructura, servicios y energía, provocando cambios profundos en los procesos de desarrollo, particularmente en la producción edilicia.

El medio ambiente se ve afectado por las actividades productivas realizadas por el ser humano en su hacer cotidiano, conduciendo a una degradación progresiva del entorno, con consecuencias imprevisibles y hasta catastróficas en algunos casos lo que amerita una revisión de las prácticas que se ejercen y que afectan al medio ambiente antes de que sean irreversibles.

Existe una relación directa entre la construcción y el medio ambiente, que se manifiesta por medio de la arquitectura la cual, en su intento por dar respuesta a las necesidades de albergue y protección al individuo, afecta al planeta ejerciendo sobre este todo tipo de modificaciones que generan impactos casi siempre negativos.

El Medio Ambiente es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia (Coneza Fernández, 2010)

El diálogo entre arquitectura y ambiente existe desde las construcciones más primigenias hasta las más contemporáneas, con las cuales se busca, aplicando principios de sustentabilidad, recrear las respuestas de adaptación al medio implementadas en el pasado, pero con el uso de nuevas tecnologías y nuevas respuestas formales. Hoy existe la motivación de implementar, en el proceso arquitectónico-tecnológico, estrategias que respondan adecuadamente a la manera en que se interviene el territorio, proyectando el hecho construido como resultado de la conjugación del saber de diversidad de disciplinas. (Rosales et al, 2016)

Como idea genérica, la sostenibilidad ambiental se basa en la maximización de la producción y la minimización del subuso, la dilapidación y la degradación del planeta.

El papel que desempeñan los edificios y las ciudades es fundamental para la consecución del desarrollo sostenible. La vida útil de los edificios es larga y la de las ciudades aún más formando parte de ese futuro incierto que abordaba la Comisión Brundtland, un futuro cuyos recursos, contaminación y clima nos son desconocidos (Edwards, 2013, p. 23).

Esta manifestación, aplicada al ámbito de la arquitectura, significa que debemos diseñar edificios con criterios ambientales y utilizar para su concreción materiales y técnicas constructivas que permitan el máximo aprovechamiento de sus propiedades con un mínimo gasto de energía y con una generación de residuos que no sean nocivos para la naturaleza, y que sean aprovechables en nuevos procesos.

La eficiencia económica y ambiental está ligada a la vida útil de un edificio. En este sentido, el tema de la flexibilidad es esencial. La necesidad de cuidar del medioambiente es un hecho que ya no se discute. Sin embargo, el valor del diseño que busca ahorrar no es tan reconocido. Saber qué cantidad de recursos consumirá nuestro proyecto, una medida que solo podemos cuantificar con especialistas, nos posibilitará desarrollar nuevos enfoques (Binswanger, 2020).

Por lo tanto, surge la necesidad de revertir esta situación con la aplicación de criterios de diseño ambientalmente sustentables en la construcción de los edificios, donde se tengan en cuenta principios que respeten el medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el mundo existe una visión ambiental de la arquitectura, que se manifiesta como una condicionante básica del diseño y de la construcción y que, en nuestra realidad constructiva regional, este aspecto no es valorado a nivel estatal ni privado, ya que no se promueven medidas para favorecer una arquitectura sustentable. Para ello es fundamental contar con normativas y herramientas que respalden este accionar desde los distintos estamentos tanto estatales como institucionales.

## Desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable se ha definido como el desarrollo capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones

para satisfacer sus propias necesidades. Esto, exige esfuerzos concentrados en construir un futuro inclusivo, sostenible y resiliente para las personas y el planeta.

Para alcanzar el desarrollo sustentable, es fundamental armonizar tres elementos básicos: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente. Estos elementos están interrelacionados y son todos esenciales para el bienestar de las personas y la sociedad en su conjunto.

Una de las definiciones necesarias a tener en cuenta es el concepto de sustentabilidad, considerado desde tres factores básicos mencionados anteriormente: lo social, lo económico y lo ambiental.

La sustentabilidad es un concepto integrador valioso, por cuanto se adapta a cualquier lugar geográfico que se esté analizando, se adecúa a los diferentes objetivos que se estén considerando, tiene en cuenta las presentes y futuras generaciones, pero, sobre todo, retoma la necesidad nuevamente de concebir al hombre como parte integrante de la biosfera (Zarta Ávila, 2018)

El concepto de sustentabilidad se ha ido engrosando a partir de una serie de importantes congresos mundiales, y hoy engloba no sólo a la construcción, sino también a todos los recursos necesarios para el desarrollo de la actividad humana. En el caso concreto de la Arquitectura, la sostenibilidad es un concepto complejo. Gran parte de un proyecto sustentable tiene que ver con la reducción del calentamiento global, el ahorro energético, el uso de técnicas apropiadas, el análisis de ciclo de vida, con el objetivo de mantener el equilibrio entre el capital inicial invertido y el valor de los activos fijos a largo plazo (Edwards, 2013, p. 3).

Otra discusión presente es la diversidad de acepciones que se manejan sobre los significados de sustentable o sostenible, desarrollo sustentable o desarrollo sostenible, etc. Lo que demanda un debate semántico a fin de establecer mayor precisión y claridad conceptual, ya que de estos nacen nuevas acepciones como arquitectura sostenible, proyecto sostenible, construcción sostenible, materiales sostenibles que son ramificaciones surgidas del desarrollo sostenible, donde la amplitud del tema lleva a la necesidad de realizar un ajustado glosario en el que se aclaren y se especifiquen los mismos.

Hablar de sustentabilidad o de arquitectura sustentable se transformó en uso corriente, no sólo entre los profesionales sino también entre el público en general; lo que exige cada vez mayor calidad y eficiencia ecológica en sus construcciones sin que esto constituya un costo adicional en su presupuesto.

La presión que ejercen, sobre los profesionales de la construcción todas estas discusiones, es alta, y los hace repensar sus prácticas profesionales, y crean la necesidad de incorporar nuevos conocimientos sobre tecnologías innovadoras, sobre nuevos materiales, sobre técnicas constructivas y sobre estrategias de mercado, etc., para poder afrontar los proyectos que la sociedad le demanda, y para lo cual no sólo necesita contar con una formación continua sino también poseer el apoyo de los distintos estamentos institucionales que avalen su accionar y le brinden asesoramiento.

La concepción sobre "sostenibilidad" y muchas de las diversas y complejas tendencias que lo asisten son abordados por Brian Edwards (2013) en su Guía básica de la sostenibilidad, donde el autor propone una aproximación elemental a dicho concepto, constituyéndose en uno de los problemas clave a los que se enfrentan los arquitectos en el siglo XXI. Entre otros temas, expone programas y políticas de gobiernos e instituciones a favor del medio ambiente y resume de forma muy completa las distintas medidas y soluciones ecológicas que ya no pueden ignorarse, desarrollando aspectos fundamentales del desarrollo sostenible, explicaciones éstas que contribuyeron a la argumentación del abordaje teórico de este trabajo.

"La definición de la palabra sustentable involucra diversos aspectos muy importantes, entre los cuales podemos contemplar:

- La sustentabilidad tiene que ver con lo finito y limitado del planeta, así como con la escasez de los recursos de la tierra.
- Con el crecimiento exponencial de su población.
- Con la producción limpia, tanto de la industria como de la agricultura.
- Con la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

Los efectos de la interacción de estos fenómenos tienen varias implicaciones: de un lado, los recursos naturales, las materias primas y la energía que se utilizan en los procesos productivos, se explotan más rápidamente de lo que puedan restablecerse. Por otro lado, la industria y la agricultura utilizan energías provenientes de recursos no renovables (carbón, petróleo, gas, etc.). Hoy en día, se agota la capacidad natural del planeta de absorción de gases que producen el efecto invernadero para liberarse de los contaminantes generados por las prácticas actuales de energías no limpias que se utilizan (Meadows et al., 1972)". (Zarta Ávila, 2018).

La ya ampliamente conocida triada de medioambiente, economía y sociedad describe múltiples dimensiones de la sustentabilidad de una forma comprensible que, a su vez, no deja de ser compleja. Los arquitectos deben diseñar edificios y ciudades en donde la gente pueda sentirse cómoda y satisfacer sus diversas necesidades, como así también ser un lugar donde todos se sientan tratados con respeto. A medida que las

necesidades de una comunidad evolucionan, esta debe ser capaz de identificarse con sus edificios, además de poder cuidarlos y reciclarlos en vez de demolerlos (Binswanger, 2020)

El desarrollo sostenible, en cuanto a los edificios, *"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).

## Debate en Congresos Internacionales

Existe una preocupación constante por el medio ambiente a nivel mundial en diferentes gobiernos, por lo que se han realizado congresos de índole internacional en los que se plasmaron acuerdos entre numerosos países que se han ido retroalimentando y acrecentando en sus pretensiones, como los mencionados a continuación a modo de síntesis, se enumeran algunos más representativos:

1972 – Conferencia de Estocolmo sobre medio ambiente humano (UK).

1977 – Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (reconocido por primera vez como derecho humano) en Mar del Plata (Argentina).

1977 – Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación. Adopción de un Plan de acción para combatir la desertificación. Nairobi (Kenia).

1979 – Convención de Ginebra sobre la Contaminación aérea (ONU).

1980 – Estrategia mundial para la conservación (IUCN).

1983 – Protocolo de Helsinki sobre Calidad del aire.

1983 – Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (ONU).

1987 – Protocolo de Montreal sobre la Capa de Ozono (ONU).

1987 – Nuestro futuro común (comisión de Brundtland) (ONU).

1990 – Libro Verde sobre medio ambiente urbano (UE).

1992 – Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Agenda 21. Cumbre de la tierra en Río de Janeiro. (Brasil)

1994 – Conferencia europea de ciudades y pueblos sostenibles (Carta de Aalborg o Carta de ciudades y villas europeas hacia la sostenibilidad) Dinamarca.

1995 – Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social, reunida en Copenhague. CP1 o COP1 (la primer Conferencia de las Partes)

1996 – Conferencia Hábitat (ONU). COP2

1997 – Conferencia de la ONU en Kioto, Japón, sobre Calentamiento Global (COP3).

2000 – Conferencia de La Haya sobre el Cambio climático en Holanda. (COP6).

2002 – Cumbre de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible (COP8).

2007 – Cumbre de Bali sobre el Clima en Indonesia, (COP13).

2009 – Cumbre de Copenhague, Dinamarca, (COP15).

2010 – Cumbre de Cancún en México, (COP 16).

2012 – Conferencia de la ONU en Doha, Catar se acuerda prorrogar el Protocolo de Kioto hasta 2020. Países como EEUU, China, Rusia y Canadá no respaldaron la prórroga (COP 18). En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Río de Janeiro (Brasil), veinte años después de la histórica Cumbre para la Tierra celebrada en 1992, que dio lugar al programa de acción para el siglo XXI, llamado Agenda 21.

2014 – Conferencia de la ONU en Lima, Perú, por primera vez, todos los países acuerdan elaborar y compartir su compromiso de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (COP 20).

2015 – Conferencia de la ONU en París, Francia, después de veinte años de negociaciones, se adopta unánimemente el Acuerdo de París para mantener el calentamiento global por debajo de 2°C respecto a la era preindustrial y proseguir los esfuerzos para limitarlo en 1,5°C (COP 21). En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible realizada en Nueva York, aprobaron el documento con 17 ODS y 169 Metas que deberán ser cumplido con miras al 2030.

2016 – Conferencia de la ONU realizada en África del Norte en Marruecos, el tema central fue la escasez de agua, la limpieza del agua y la sostenibilidad relacionada con

el agua, un problema importante en los países en desarrollo, incluidos muchos estados africanos, (COP 22).

2017 – Conferencia de la ONU en Bonn, Alemania, (COP 23).

2018 – Conferencia de la ONU en Katowice, Polonia (COP 24).

2019 – Conferencia de la ONU en Madrid, España, (COP 25).

2021 – Conferencia de la ONU en Glasgow, Escocia, Reino Unido, (COP 26).

En 1972 en Estocolmo, Suecia, se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en lo que se considera el primer paso hacia el desarrollo del derecho ambiental internacional. En esta declaración se reconoció la importancia de un medio ambiente sano para las personas y se creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Dicho programa es la autoridad ambiental líder en el mundo, Proporciona liderazgo y alienta el trabajo conjunto en el cuidado del medio ambiente, inspirando, informando y capacitando a las naciones y a los pueblos para mejorar su calidad de vida sin comprometer la de las futuras generaciones.

En 1987 la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas publicó el llamado Informe Brundtland en el que se define el desarrollo sostenible como aquél “que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”. De esta definición se desprenden muchas otras que han ido esparciéndose por distintos ámbitos del saber: social, económico, político, cultural, etc.

El plan de acción propuesto en la Cumbre de Río de Janeiro (1992) con el programa denominado Agenda 21, contiene los deberes de las naciones para el siglo XXI, como sustento a estas conjeturas. En el capítulo cuarto de la Agenda 21, se afirma que “la causa más importante del deterioro del medio ambiente global son los patrones insostenibles de consumo y producción particularmente en los países industrializados”.

La Agenda 21 de la ONU fue suscrita por 172 países miembros de Naciones Unidas. Estos países se comprometieron a aplicar políticas ambientales, económicas y sociales en el ámbito local encaminadas a lograr un desarrollo sostenible. Cada región o cada localidad, por su parte, debe desarrollar su propia Agenda Local 21, en la que deberían participar tanto ciudadanos, como empresas y organizaciones sociales, con el objetivo de generar y consensuar un programa de políticas sostenibles.

Como consecuencia de la cumbre mundial de Río de Janeiro de 1992. Referida a Ambiente y Desarrollo, el documento final de la misma recomendó en su artículo 28, que para garantizar la meta global de mejoramiento de la sustentabilidad ecosférica a largo plazo, los estados firmantes deberían comprometerse a auspiciar que los gobiernos locales definieran una estrategia concreta de convergencia a las metas globales en su propia jurisdicción (Fernández, pp. 39, 2017).

Posteriormente se destacan otros acuerdos internacionales, como el firmado en Kioto (1996) y más adelante en la Conferencia de La Haya (2000) sobre Cambio climático, que no han sido suscritos por Estados Unidos, lo que supone un grave problema para la salud ecológica mundial, dado que es la nación que más energía consume en el mundo.

La Cumbre Mundial de Johannesburgo (2002) sobre Desarrollo Sostenible, se centró en aspectos económicos e introdujo el concepto de “consumo y producción sostenibles”. Se realizaron acuerdos en base a impulsar la inversión en nuevas tecnologías energéticas y formas de reciclaje o reutilización de residuos, al proporcionar un marco internacional para la aplicación de leyes e impuestos necesarios en concordancia con los objetivos medioambientales propuestos, a los cuales no todos los países adhirieron. Esto permitiría dar un nuevo enfoque a la construcción, con nuevas posibilidades en el rubro.

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible realizada en Nueva York (2015), en Estados Nacionales, miembros de la Organización de Naciones Unidas (ONU) aprobaron el documento en el que se presentan 17 Objetivos y 169 Metas que deberán ser cumplidos desde ese momento al 2030. El proceso por el cual los Estados miembros establecieron esta agenda implicó una serie de consultas al sector empresarial, las organizaciones de la sociedad civil y expertos de organismos internacionales y las Naciones Unidas.

Los temas implicados en estos Objetivos y metas apuntan a erradicar el hambre y lograr la seguridad alimentaria; garantizar una vida sana y una educación de calidad; lograr la igualdad de género; asegurar el acceso al agua y la energía sustentable; promover el crecimiento económico sostenido; adoptar medidas urgentes contra el cambio climático; promover la paz; facilitar el acceso a la justicia y fortalecer una alianza mundial para el desarrollo sostenible. Ver fig. 1.

Figura 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible.
Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
https://www.argentina.gob.ar/politicassociales/ods/institucional/17objetivos

Los compromisos asumidos por la República Argentina, en materia de cambio climático y desarrollo sostenible en la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 tienen un impacto en el sector energético, en particular los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Nº: 7, 12 y 13 y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) de la Argentina en el marco del Acuerdo de París, que estableció compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

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 al contexto local. Los 17 ODS y sus 169 metas aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas constituyen un avance respecto de los Objetivos de Desarrollo del Milenio poniendo el foco en los desafíos pendientes post-2015. Estos objetivos buscan integrar las diferentes dimensiones del desarrollo sostenible: la económica, la ambiental y la social.

Dentro de esos 17 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. El mencionado objetivo está asociado a las siguientes metas que han sido adaptadas al contexto nacional:

- Meta 7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.

- Meta 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
- Meta 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

## Métodos y técnicas para la sustentabilidad

Entre las diferentes técnicas de para medir la sustentabilidad encontramos numerosas posibilidades tales como:

### Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La EIA es un procedimiento analítico y administrativo, cuyo objetivo es identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto o actividad que va a implantarse. (López, 2009, p. 57). Es una herramienta utilizada para proyectos nuevos de gran envergadura de los cuales se tiene la certeza que provocarán alteraciones en el ambiente con su sola presencia.

La EIA, es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes. (Coneza Fernández, 2010)

Dicha herramienta, es una de las más solicitadas sobre todo para obras de gran porte y que seguro provocarán grandes modificaciones en el entorno de su implantación.

Los estudios de impacto ambiental son una buena metodología para prever y considerar las alteraciones positivas y negativas que propician los proyectos nuevos, así como las infraestructuras, actividades y programas que son apoyatura de estos, se van a realizar como complemento de esos proyectos.

Los impactos ambientales no siempre significan inconvenientes, pues al existir impactos negativos y positivos, estos últimos implican aspectos convenientes para el entorno y la población. (López, 2009, p. 56)

La utilidad de la EIA se da sobre todo a la hora de la toma de decisiones de las acciones que se van a implementar.

## Normas y sistemas internacionales de certificación

La globalización y el crecimiento de intercambio transnacional se han combinado con un aumento en la conciencia sobre la importancia del ambiente. Esto ha generado una demanda por sistemas internacionales para medir el comportamiento de materiales, edificios y el hábitat construido en una escala más amplia (Evans, 2010)

Existen varios métodos creados en disciplinas específicas que evolucionaron en su propio campo, y hoy se usan también en la gestión ambiental: las Normas ISO 14000, el análisis del ciclo de vida.

## Normas ambientales (ISO 14000)

El objetivo de estas normas es facilitar a las empresas metodologías adecuadas para la implantación de un sistema de gestión ambiental, similares a las propuestas por la serie ISO 9000 para la gestión de la calidad.

La serie de normas ISO 14000 sobre gestión ambiental incluye las siguientes normas:

- **De sistemas de gestión ambiental (SGA):**

- ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 14004 Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
- ISO 14006 Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño.
- ISO 14011 Guía para las auditorías de sistemas de gestión de calidad o ambiental.

- Etiquetas ecológicas **y** Declaraciones ambientales de producto

- ISO 14020 Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales
- ISO 14021 Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Autodeclaraciones medioambientales (Etiquetado ecológico Tipo II)
- ISO 14024 Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos

- ISO 14025 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.

- **Huellas ambientales:**

- ISO 14046: Gestión ambiental. Huella de agua. Principios, requisitos y directrices
- ISO 14064-1:2006 Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero
- ISO 14064-2:2006 Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero
- ISO 14064-3:2006 Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero.
- ISO 14065:2013 Gases de efecto invernadero. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento.

- **Análisis de ciclo de vida**

- ISO 14040: Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - Principios y marco de referencia.
- ISO 14044: Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida - Requisitos y directrices.
- ISO/TR 14047 Gestión ambiental - Evaluación del impacto del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de ISO 14042.
- ISO/TS 14048 Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida. Formato de documentación de datos.
- ISO/TR 14049 Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida. Ejemplos de la aplicación de ISO 14041 a la definición de objetivo y alcance y análisis de inventario.

- **Otras:**

- ISO 14031: Gestión ambiental. Evaluación del rendimiento ambiental. Directrices

- ISO/TR 14032: Gestión ambiental - Ejemplos de evaluación del rendimiento ambiental (ERA)
- ISO 14050 Gestión ambiental - Vocabulario
- ISO/TR 14062 Gestión ambiental - Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de los productos
- ISO 14063 Comunicación ambiental - Directrices y ejemplos.

## Sistemas internacionales de certificación

Un aporte importante en el ámbito nacional, lo constituye el trabajo de investigación realizado por el Arquitecto Julián Evans en el año 2010, para el Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo (CPAU) de Buenos Aires, donde expone un menú de normas y procedimientos, con un objetivo en común, evaluar y calificar la relación de los proyectos de arquitectura con el ambiente. Una relación que la arquitectura nunca ha debido dejar de considerar, pero que con estas herramientas metodológicas; es posible cuantificar y ponderar.

En este contexto, y a partir de experiencias desarrolladas en otros medios, que muestran que los conceptos de sustentabilidad y eficiencia energética, estos pueden ser traducidos a indicadores que logren incorporarse a los marcos regulatorios locales, incentivando estas prácticas al común de las obras a realizar en la ciudad de Buenos Aires, Evans considera necesario que la CPAU (como entidad representativa de uno de los sectores profesionales de la industria de la construcción) forme opinión respecto a estos temas y los incluya en el marco legal que regula el ejercicio profesional y la industria de la construcción local.

Como resultados de su investigación, Evans elabora una compilación y análisis de casos internacionales y nacionales de acción de manejo, reglamentaciones y normativas, destinadas a la producción de arquitectura bioambiental y construcción sustentable; como así también normativas destinadas a la regulación edilicia y de uso de suelo en áreas urbanas, que incluyen indicadores de eficiencia energética y arquitectura sustentable.

En la Argentina, las normativas relacionadas con la sustentabilidad de edificios, la eficiencia energética, la iluminación natural y artificial y el confort térmico incluyen: Normas Voluntarias de IRAM, Normas Obligatorias para estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social, Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Códigos de Edificaciones y de Ordenamiento Urbano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) (Evans 2010, P. 55).

## Medición de la sustentabilidad

La construcción del hábitat tiene implicancias ambientales importantes e ineludibles, como la implantación urbano-ambiental (sitio), el uso de materiales, el consumo de energía y la generación de residuos que brindan información imprescindible para la construcción de indicadores ambientales de aplicación práctica.

Con el fin de obtener una visión amplia de la valoración de los problemas ambientales, el uso de indicadores resulta una herramienta muy útil ya que proporcionan información relevante tanto en la fase de proyecto como en la fase de control.

Para alcanzar el desarrollo sustentable en la práctica, es necesario el uso de métodos apropiados que impliquen una intervención desde el diseño hasta la construcción de la arquitectura, en una intervención holística, que englobe al contexto como un factor preponderante en la toma de decisiones del profesional. En esta instancia podemos decir que la sustentabilidad no es fácil de medir y la metodología que se utilice debe prever medidas a largo plazo.

Dentro de los criterios generales según los que, en el saber ambiental se define como un campo de control de los procesos de transformación social y específicamente aquellos procesos de referencia espacial – territoriales o urbanos – uno de los dispositivos más utilizados es el de indicador: un indicador no es más que una expresión paramétrica de una o más variables, por lo cual aporta una información acerca del estado óptimo o deseable de aquellas variables, y por tanto del proceso que ellas describen (Fernández, pp. 28, 2017).

El concepto del término indicador surge del área de la economía, por lo que siempre remite a la idea de poder contabilizar, medir o comparar algo. En este sentido, las Naciones Unidas recomiendan “elaborar indicadores del desarrollo sostenible que sirvan de base sólida para adoptar decisiones en todos los niveles y que contribuyan a una sostenibilidad autorregulada de los sistemas integrados del medio ambiente y el desarrollo” (Agenda 21, 1992).1

Esta preocupación de las Naciones Unidas se ha convertido en un lugar común en la opinión de numerosos autores, preocupados igualmente por las consecuencias directas e indirectas del descuido de la humanidad por el cuidado del planeta tierra: “Una

[1] Naciones Unidas (1992): Agenda 21. 40. Información para la adopción de decisiones, apartado 40.4.

de las mayores dificultades para analizar los ecosistemas que incluyen al hombre es la enorme cantidad de variables que se ponen en juego, intrínsecamente difíciles de evaluar matemáticamente. Nace entonces la necesidad de buscar indicadores de los parámetros ambientales, que pongan en juego todas esas variables y sus interacciones" (Echechuri, et al, 2002, p. 49).

Los indicadores son elementos que sirven para la medición de procesos. Un Indicador Ambiental se define como un valor con respecto a un parámetro que proporciona información cuantitativa acerca de un fenómeno, permitiendo explicar cómo cambian las cosas a lo largo del tiempo y/o el espacio, haciendo comparables situaciones distintas, y ayudando, de esta forma, a la prevención y corrección de determinadas situaciones ambientales.

Evans (2010), expresa que "*la necesidad de medir la sustentabilidad ha motivado el desarrollo y uso de indicadores, aplicando la noción de los valores numéricos para la sustentabilidad, para la dirección, la cuantificación y la evaluación, buscando valores únicos y la simplificación de sistemas complejos y comparaciones fáciles. En esta tentativa, se tratan tres aspectos básicos:*

- *Necesidad de una definición clara y precisa.*
- *Enfoque holístico de sustentabilidad.*
- *Importancia de escalas temporales y espaciales" (pág. 17).*

Para la construcción de indicadores es necesario indagar la normativa existente en el país y en la región para lo cual se ve a Evans, enumera las normativas vigentes en la Argentina, relacionadas con la sustentabilidad de edificios, la eficiencia energética, la iluminación natural y artificial y el confort térmico.

Dichas normas intentan mejorar la calidad de eficiencia energética de la envolvente edilicia y asegurar el confort térmico, así como también implementar buenas prácticas ambientales por medio del diagnóstico de impactos medioambientales.

El debate sobre edificación sustentable se encuentra centrado en la capacidad de eficiencia y óptimo comportamiento establecido a pesar de sus limitaciones en tiempos de experimentación, un punto de partida valorable y medible en el proceso de desarrollo de criterios e instrumentos para calificar y evaluar la calidad ambiental de edificios e implementar la certificación de la producción de hábitat (Evans, 2010).

## Parámetros y criterios de sustentabilidad ambiental

En este apartado se analizaron los lineamientos básicos sobre criterios, pautas y recomendaciones para el diseño, planteados por Evans (2010) y el Manual de la Vivienda Sustentable (MVS, 2019), los cuales se fueron reorganizando con la intención de lograr lineamientos generales que se encuadren en la investigación:

### 1. Sitio

La elección del sitio es definida por el comitente, es un factor importante en la toma de decisiones del proyectista. Evans (2010), expresa que: Los sistemas de certificación LEED Y BREEAM contemplan los siguientes factores relacionados con la ubicación y las características del sitio:

- Acceso a transporte público y servicios
- Zona no sujeta a inundaciones
- Recuperación de zonas degradadas
- Evitar tierras sin desarrollo (green – field – sitios vírgenes)
- Densificación de zonas urbanas
- No perturbar zonas ecológicamente sensibles
- Mantener sistemas de drenaje natural
- Respeto por la topografía y minimización de movimientos de suelos
- Niveles para la accesibilidad
- Pensar los edificios al sol y al viento

En el MVS 2019, se coincide con Evans (2010), sobre la importancia del sitio en que se ejecutará el proyecto y relaciona el impacto en el territorio y el efecto sobre la vida de sus habitantes. Por tal motivo, ha desarrollado un mecanismo de evaluación de aptitudes urbanísticas de proyectos, el “semáforo de sitio", que contempla seis diferentes aspectos a considerar a la hora de definirlo. Dicho mecanismo se compone de una planilla para evaluación de aptitud urbanística como herramienta de evaluación rápida de proyectos urbanos de vivienda. Ver figura 2, donde se mencionan los ítems a tener en cuenta.

Figura 2: Semáforo del sitio para evaluación urbana
Fuente: Manual de la Vivienda Sustentable, (2019).

## 2. Diseño

### 2.a. Diseño integral

El MVS plantea un diseño integral con la actuación de un equipo interdisciplinario (ver figura 3), la participación del usuario y la participación pública, y además el diseño arquitectónico, pensado desde la arquitectura bioclimática, confort acústico, diseño flexible, plan de reconversión y los materiales.

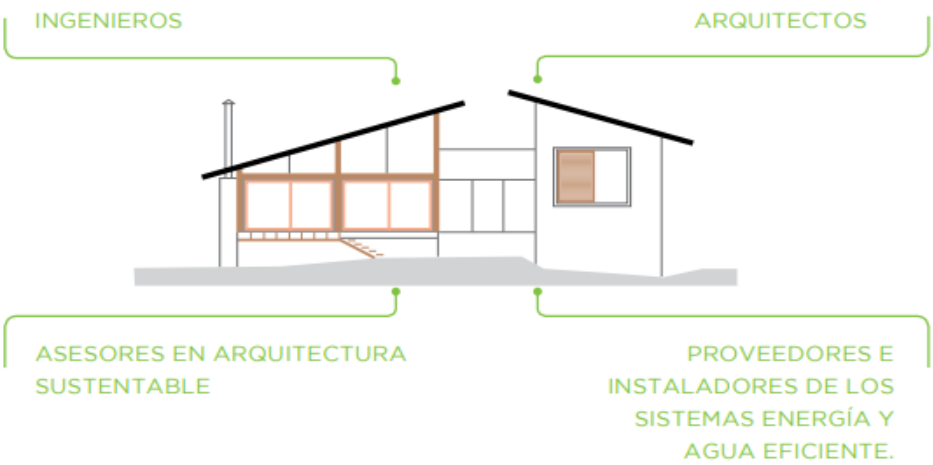



Figura 3: Equipo interdisciplinario.
Fuente: Manual de la Vivienda Sustentable, (2019).

La planificación integral es la base para realizar un proyecto de vivienda sustentable y ajustada a las necesidades. Si las tareas de los diferentes participantes del proyecto son coordinadas desde la etapa inicial, se perfecciona el desarrollo del proyecto y su resultado final. El objetivo del diseño integral es que todos los participantes del proyecto elaboren soluciones conjuntamente a fin de alcanzar una estrategia de intervención con orientación sustentable (MVS, 2019).

Contar con un especialista en diseño y construcción sustentable ayuda a realizar un proyecto más eficiente. Dicho especialista debe ser un profesional acreditado. Por ejemplo, con certificación EDGE-DGNB-LEED-BREEAM o profesionales con experiencia en el campo de la sustentabilidad en general.

## 2.b. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico es un proceso con el cual se pretende satisfacer el requerimiento de espacios habitables, tanto en lo formal, lo estético, lo estructural, como en lo tecnológico.

La arquitectura bioclimática es respetuosa del ambiente en las diferentes etapas de construcción, toma en cuenta las condiciones bioclimáticas del sitio, aprovechando los recursos y materiales disponibles para minimizar impactos ambientales y reduce los consumos de energía, asegurando la calidad de vida de los habitantes.

Tener presente la Norma IRAM 11603 que hace la clasificación bioambiental de la República Argentina dividida en 6 regiones. Esta norma establece un marco de referencia para responder a las condiciones del sitio con respuestas de diseño y construcción adaptadas al clima, a la topografía y al bioma del lugar.

La envolvente arquitectónica es parte de un sistema físico que abarca el ambiente interior, exterior y cerramientos. Sirve para proteger del clima; forma parte del acabado del edificio, participa en su estabilidad estructural; favorece o impide el asoleamiento; permite la iluminación y ventilación natural; facilita el intercambio de aire; posibilita las vistas al exterior; y, en el mejor de los casos, genera energía para consumo propio y/o para cederla a la red de energía (MVS, 2019).

La eficiencia térmica de la envolvente está directamente relacionada con la transmitancia térmica de los materiales y los sistemas que forman la envolvente de la vivienda. Los elementos de la envolvente son todos aquellos elementos de la construcción que están en contacto con el exterior, como son: 1. muros, 2. cubierta,3. pisos y 4. aberturas (puertas y ventanas) ver figura 4.

Figura 4: Elementos de la envolvente.1. muros, 2. cubierta,3. pisos y 4. aberturas.
Fuente: Manual de la Vivienda Sustentable, (2019).

Los elementos de la envolvente, los puentes térmicos, el control de infiltraciones, el asoleamiento, ventilación y renovación de aire, temas tratados en el Manual del Aplicativo para el Etiquetado de Viviendas que se ampliará más adelante.

El confort acústico es importante abordarlo en el diseño, pues la contaminación acústica tiene un impacto negativo sobre las personas ya que afecta su calidad de vida y puede provocar efectos nocivos sobre la salud, la gran mayoría de la población se encuentra expuesta a niveles sonoros superiores a 65 dB, el límite aceptado por la O.M.S. (MVS, 2019).

La Norma IRAM 4044 (2015): Acústica. Protección contra el ruido en edificios. Requisitos de aislamiento acústico mínimo. Método de medición y clasificación.

El diseño debe ser diseño flexible con posibilidades de crecimiento y accesibilidad, que el usuario tenga la posibilidad de ampliar o modificar la vivienda en caso de ser necesario, de acuerdo a los cambios en el número de sus miembros y a los hábitos de vida del grupo familiar, ver esquemas en la figura 5.

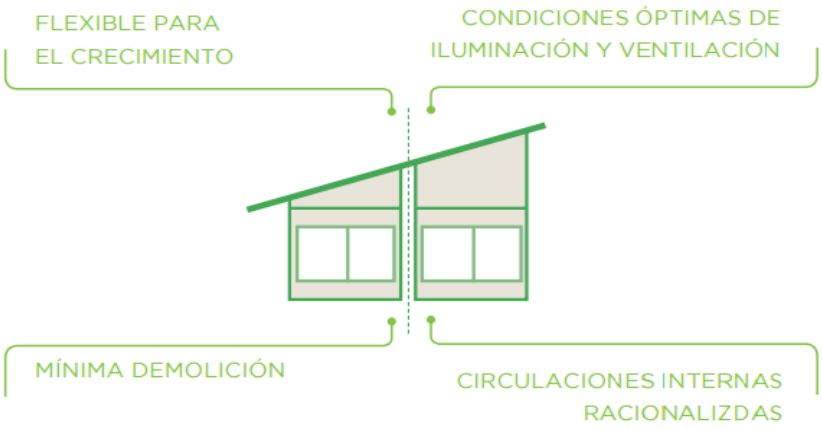



Figura 5: Flexibilidad, crecimiento y accesibilidad en el diseño.
**Fuente:** Manual de la Vivienda Sustentable, (2019).

En los prototipos del INVICO, seleccionados para esta investigación, se prevén estas situaciones planteando rampa de acceso, puertas de 0,90 m de ancho y pasillos de 1,10 m. Los proyectos de vivienda deben contemplar el cumplimiento de la Ley Nro. 24.314 (Accesibilidad de personas con movilidad reducida).

Evans, propone en cuanto a accesibilidad:

- Superficies antideslizantes
- Facilidad de desplazamiento
- Iluminación natural en zonas críticas
- Superficies exteriores aptas para sillas de ruedas.

## 3. Energía

Ambos escritos coinciden en que el uso racional de la energía en edificios, la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la disminución de la demanda de combustibles fósiles contribuyen efectivamente a la sustentabilidad, dado su aspecto multiplicador en la cadena de impactos, tanto en su producción como su mitigación.

El MVS 2019, considera que la elaboración e implementación de un plan energético, contribuye a reducir la demanda de energía, asegurando el nivel de confort. Primero, se deberán tener en cuenta las condiciones climáticas del entorno para poder determinar las estrategias pasivas de diseño; luego se deben definir los sistemas activos de alta eficiencia energética y el aporte de energías renovables. El Plan debe contener

la siguiente información: descripción de la situación, definición de objetivos, catálogo de medidas para alcanzar los objetivos y descripción de la ejecución de las medidas.

Así mismo, Evans (2010) establece que, en ese marco, se plantea una serie de medidas básicas que pueden requerir exigencias adicionales según la zona climática del proyecto:

- Aprovechamiento de las energías renovables
- Reducción de pérdidas de energía en invierno
- Aplicación de óptimos niveles de aislantes térmicos
- Evitar sobrecalentamiento estival
- Espacio exterior para secado de ropa
- Acondicionamiento natural de edificios
- Altura edilicia

La selección de artefactos e instalaciones eficientes contribuye a la reducción de la demanda de energía. Esta eficiencia también depende de las instalaciones en el proyecto.

- Iluminación artificial eficiente
- Iluminación exterior
- Instalación de calefacción eficiente
- Mantenimiento de sistemas de acondicionamiento
- Electrodomésticos eficientes
- Especificación de sistemas de refrigeración.

El MVS, afirma que la nueva Norma IRAM 11900 V2017 de etiquetado de eficiencia energética en vivienda a nivel nacional indica el método de cálculo de la demanda anual de energía para clasificar el nivel de etiqueta, promoviendo un nuevo impulso a la mejora de eficiencia energética de la envolvente edilicia.

## 4. Agua

El uso racional de agua involucra la reducción de la demanda y el reciclaje parcial, conjuntamente con la reducción del impacto de descargas pluviales. Las siguientes pautas indica las maneras de lograr la conservación, el reciclaje y la protección de impactos desfavorables de uso excesivo de agua potable:

- Artefactos de bajo consumo
- Reducción de descargas pluviales
- Conservación del suelo absorbente
- Paisaje con baja demanda de agua y riego
- Utilización de aguas grises para depósitos de inodoros
- Tratamiento no convencional de aguas negras.

En Argentina, el consumo doméstico de agua es en promedio de 318 litros por habitante por día. Esto significa un 83% más que la media latinoamericana y 6,3 veces más que los estándares fijados por la OMS, donde se establece que es necesario contar con al menos 50 litros/día para satisfacer las necesidades de bebida, preparación de alimentos, higiene básica y lavado. Las personas que no acceden a esta cantidad de agua ven limitadas sus capacidades para mantener su bienestar físico y la dignidad que conlleva el aseo personal. Se considera que el acceso es óptimo cuando se alcanzan los 100 litros diarios por habitante (MVS, 2019).

Dentro del consumo doméstico deseable, se considera un consumo menor o igual a 100 litros por persona como óptimo, un consumo menor o igual a 150 litros como medio, y un consumo superior a 150 litros por persona como regular.

Para lograr alcanzar la meta de una vivienda sustentable se intenta promover el uso de instalaciones y artefactos eficientes que reduzcan el consumo de agua. El agua potable será utilizada para higiene (lavatorios, duchas/bañeras), lavarropas y cocina. Promover también el tratamiento y reutilización de aguas grises, por ejemplo, reutilizar el agua de lavatorios y duchas para la descarga de inodoros. Una buena idea a implementar en una vivienda sustentable es la captación de agua pluvial en superficies impermeables para futura reutilización para riego o limpieza exterior del hogar, en fig. 6.

Figura 6: Reciclaje de aguas residuales domésticas.
Fuente: Manual de la Vivienda Sustentable, (2019).

## 5. Construcción

Se expresa aquí la planificación integral de la construcción, desde el proyecto hasta su culminación, de forma que se pueda evaluar y mitigar los impactos ambientales que surjan durante la obra. Para una construcción sustentable se debe prever un Plan de Manejo Ambiental (PMA) cuyos aspectos a evaluar son los que se observan en la figura 7: flora, fauna y paisaje, recursos hídricos, protección de sitios y monumentos del patrimonio natural y cultural, pasivos ambientales, plan de capacitación ambiental, vialidad y ejecución de obras (MVS, 2019).

Figura 7: Plan de Manejo Ambiental.
Fuente: Manual de la Vivienda Sustentable, (2019).

El PMA sería interesante que esté incluido en los Pliegos de Licitación, para que se puedan cotizar las acciones y medidas a implementar a fin de prevenir, mitigar y/o compensar los potenciales impactos en la etapa de ejecución de la obra.

Además, tener en cuenta el control del uso de energía, control del uso de agua, plan de movimiento de tierra, control de drenaje de agua de lluvia, reducción de emisiones de polvo, planificar entregas para reducir molestias, inspección de obra y efectividad de aislamiento térmico, generación de empleo local, plan de separación y tratamiento de residuos (Evans, 2010).

## 6. Materiales y recursos

Evans (2010), propone una lista de recomendaciones a tener presente:

- Evitar o reducir materiales que exijan alta demanda de energía en su fabricación
- Reducción del uso de materiales con altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

- Incentivar el uso de pinturas que no emitan Compuestos Orgánicos Volátiles (COV).
- Evitar el uso de maderas duras sin procedencia certificada.
- Evitar o controlar el uso de maderas tratadas.
- Utilización de maderas certificadas de bosques manejados con criterios ambientales. FSC (Forest Stewardship Council).
- Diseños sin desperdicios de materiales.
- Reutilización total o parcial de edificios existentes.
- Utilización de materiales reciclados.
- Producción y uso de materiales con contenido reciclado.
- Evitar materiales con formaldehído.
- Solicitud de la planilla de seguridad.
- Promover materiales locales y/o regionales para reducir el impacto y costo de transporte y fomentar la economía regional.

El MVS agrega a la lista:

- Considerar nuevas tecnologías (por ejemplo, sistemas industrializados y/o prefabricados).
- Utilizar productos declarados, exigiendo a los proveedores de materiales y productos la Declaración Ambiental de Producto (del inglés, Environmental Product Declaration, EPD). Documento que informa sobre el desempeño ambiental de un producto o material a lo largo del ciclo de vida del mismo según la Norma Internacional ISO 14025.

El MVS propone una reconversión de edificios y el reciclaje de materiales como una forma de ayudar a proteger los recursos naturales y a mejorar el aprovechamiento de materias primas. Los requisitos para la capacidad de reconversión y facilidad de reciclaje durante o hacia el fin de ciclo de vida se establecen en la etapa de proyecto. Estas condiciones deben ser planificadas selectivamente y los resultados de la planificación deben ser documentados. Con ello será posible aplicar estas condiciones en una etapa posterior. Ver figura 8.

Figura 8: Plan de separación y reciclaje de materiales.
Fuente: Manual de la Vivienda Sustentable, (2019).

Evans (2010), en cuanto a demoliciones expresa:

- Verificar la total ausencia de asbesto antes de iniciar demoliciones
- Verificar la ausencia de PBC, líquido refrigerante empleado en transformadores.
- Verificar la deposición de desperdicios
- Plan de demolición segura
- Plan de control de molestias de polvo
- Plan de control de ruidos

## 7. Post-construcción o uso

La vivienda sustentable sólo es posible con usuarios conscientes que aplican buenas prácticas (MVS, 2019).

Evans (2010), sugiere:

- Verificación del buen funcionamiento de las instalaciones
- Verificación de la eficiencia de las instalaciones
- Medición de las condiciones ambientales
- Satisfacción del usuario.

## 8. Gestión

Evans (2010), expresa que los usuarios deben contar con información adecuada, por ello es conveniente:

- Proporcionar manuales de uso para promover eficiencia energética
- Asegurar mantenimiento adecuado
- Incorporar medidores en lugares visibles para control de consumo
- Nombrar responsables para la gestión ambiental del edificio
- Control de materiales agresivos para limpieza
- Ventilación de espacios con materiales que afectan la calidad del aire
- Control de ingreso de polvo.
- Tratamiento de residuos.

## 9. Transporte

El transporte es un indicador a tener en cuenta por las distancias a recorrer para la provisión de materiales a la obra, el uso de medios de transportes sustentables y el uso de combustibles que no afecten al ambiente.

El transporte constituye una de las principales fuentes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), lo cual atenta contra la calidad del aire; además, de la contaminación sonora, congestionamiento vial, posibles accidentes, generación de residuos de aceites y lubricantes entre otros, tornando un ambiente desfavorable para la salud y bienestar de la ciudadanía. Por lo cual se requiere planificación del transporte público de pasajeros como el de carga de mercancías.

# Capítulo 2. Sistemas constructivos

La arquitectura es la encargada de dar respuestas a las necesidades básicas del ser humano, y lo hace a través de la construcción de un ambiente cultural complementario al natural, con la pretensión de que exista un equilibrio climático con el mismo como una forma de mejorar la calidad de vida por medio de la materialización del diseño del hábitat.

En la ejecución de una edificación, normalmente la elección de los materiales se realiza respondiendo a las solicitudes del cliente o a las propuestas de diseño brindadas por el profesional designado, que no siempre se realizan de manera consciente teniendo en cuenta las perspectivas ambientales. Cabe mencionar, además, que no existe una receta o metodología a seguir para dicha elección.

Los materiales utilizados en la construcción de edificios ejercen un gran impacto medioambiental, causado por su extracción, procesamiento, transporte, uso y eliminación. Este impacto se produce en el ámbito mundial, regional y personal, y afecta tanto al clima y a la biodiversidad como a la salud de las personas. Los recursos naturales empleados en la construcción de carreteras y edificios representan aproximadamente la mitad de todos los recursos consumidos en el mundo (Edwards, 2013).

Como una forma de conseguir herramientas de análisis y argumentos teóricos que respalden esta investigación, se partió de la búsqueda de elementos vinculantes dentro de la construcción, marcando las diferencias entre los tipos de construcción: tradicional e industrializada.

## Tipos de construcción: tradicional e industrializada

“Construcción tradicional” es un concepto de carácter relativo, ya que se refiere a un contexto geográfico, histórico y cultural específico. En el ámbito de la Región Nordeste Argentina (NEA) por construcción tradicional se entiende a aquella que se basa en el mampuesto, el uso de las mezclas húmedas, a la vez que presenta un carácter prácticamente artesanal.

Los materiales utilizados actualmente, son prácticamente los mismos que se han manipulado por décadas, produciendo algunas variables en su lenguaje formal, pero conservando las mismas técnicas de construcción (el progreso más significativo está

vinculado con la inclusión de los mecanismos industriales en la producción de materiales de construcción).

Se puede decir además que, se entiende por “construcción tradicional”, aquella que se realiza “in situ” o a pie de obra, en el lugar donde se desarrollan todas las tareas necesarias para materializar todos los ítems de obra o los subsistemas constructivos de un edificio.

Se trabaja “a domicilio”, convirtiendo los medios de transporte en factores principales para evaluar el costo de producción (García, 1986).

Estas actividades, son ejecutadas por personas calificadas que fueron adquiriendo sus oficios a través de la información recibida por sus antecesores, siendo, por lo tanto, un aprendizaje “generacional” y como tal, la improvisación y espontaneidad son palabras frecuentes en el desempeño de dichos trabajos.

La construcción es una actividad humana que deteriora el medioambiente de forma considerable. La actividad arquitectónica es responsable, de forma directa, (según el CENER) del 42% de la energía consumida en España (un 50% en Europa según la Comisión Europea), y de forma indirecta, aproximadamente del 60% del consumo energético (contando las actividades directamente asociadas a la construcción, tales como construcción de herramientas, maquinaria, comunicación, publicidad, promoción y actividad inmobiliaria) (Garrido, 2014).

Más allá de los datos de carácter coyuntural, el sector de la construcción presenta características propias que se constituyen en rasgos estructurales, como ser: el – relativamente a otros sectores – bajo nivel de instrucción, de calificación, y de ingresos; un alto componente de informalidad laboral, sobre todo en los pequeños establecimientos (Ruggirello, 2011).

…es posible constatar que la construcción tradicional, al no ser capaz de disminuir los imprevistos, no solo está obligada a incorporar en los presupuestos un sobrecosto de un veinte a treinta por ciento en todas las partidas, sino que, además, durante el diseño se adoptan decisiones que provocan una contracción en la calidad y la cantidad de metros cuadrados construidos afectando, sobre todo, las viviendas de los sectores vulnerables. (Mozó, 2016).

La producción de viviendas en la Argentina se desarrolla en el sistema constructivo tradicional, con muros de mampostería de ladrillos comunes, huecos o bloques de hormigón o cerámico y con techo de chapa o tejas y con bajo nivel de industrialización.

Al sistema constructivo tradicional, también se lo conoce como solamente “de mampostería” o más vulgarmente “construcción de material”, es el más utilizado en la Argentina para la realización de los planes de viviendas del Estado, ya que fue el único que no necesitaba CAT (Certificado de Aptitud Técnica), para ser aceptado como sistema tradicional de construcción por la Secretaria de Vivienda de la Nación hasta el 2019, en que dicha secretaría amplió sus requerimientos y aceptó a la construcción en base a entramados de madera y metálicos, como sistemas tradicionales, para poder ser utilizados en la construcción de edificaciones públicas.

La vivienda tradicional en cada país busca cubrir las aspiraciones de su población. Los materiales, las técnicas de aplicación son conocidas y también lo es su respuesta con el tiempo, se sabe cuánto duran sus muros y techos, sus instalaciones (Mac Donells, 2004)

En la Argentina los costos de un edificio tradicional se reparten aproximadamente en:

- 40 % gastos de materiales,
- 35 % gastos de mano de obra,
- 25 % gastos generales y beneficios,

Estos valores han ido variando en los últimos decenios debido a la inestabilidad económica, a la inflación permanente, a los elevados costos financieros, a las tasas de seguro, etc. (Mac Donells, 2004)

El factor climático influye directamente en el desarrollo del proceso productivo, al igual que sucede con toda la producción primaria (García, 1986).

## Sistema de construcción de mampostería de ladrillo

A continuación, se detallan rasgos concretos que caracterizan a la construcción en base a mampuestos de ladrillos, ya sean estos macizos o huecos:

En el sistema de mampuestos, los cerramientos verticales de muros o paredes de los edificios se hallan materializados 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 en base a 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 característico en este tipo de técnicas

constructivas y se requieren de volúmenes importantes para la realización de morteros de asiento, revoques (azotado, jaharro 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 hasta dos plantas de altura, para mayores alturas se requieren refuerzos o sistema de vigas y columnas, que puedan absorber las cargas.

**Larga durabilidad** de la edificación, 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 30 años, lo que hace a 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 ser 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 que se los denomina 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 de los mismos.

La realización de reformas, modificaciones o reparaciones, donde es necesario picar o romper el sector a intervenir resulta compleja y en muchas ocasiones incluso cuesta detectar el lugar de donde está el inconveniente a resolver.

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 (Residuos de Construcción y Demolición).

La mampostería está considerada en el grupo de obra pesada, debido al peso de los materiales que la componen, siendo que 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.

Largos plazos de obra, como consecuencia de la cantidad de rubros en dicha actividad, y el trabajo de manipulación de piezas pequeñas, se requieren controles rigurosos de las nivelaciones, los materiales en pasta que se usan como morteros y hormigones, 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 de los mismos.

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, mencionado anteriormente. Dicho certificado es para elementos y sistemas constructivos no tradicionales, es una herramienta que posee la Secretaría de Vivienda para aprobar el uso de los mismos en toda obra a ejecutarse en el marco del Plan Nacional de Vivienda. A su vez, dicho instrumento es un componente fundamental para lograr el objetivo de aumentar la productividad y sustentabilidad a través de la actualización tecnológica en la ejecución de soluciones habitacionales. Su uso es aceptado por la Secretaría de Vivienda de la Nación, a quien normalmente adhieren los Institutos de vivienda y municipalidades.

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 la misma.

## Industrialización de la construcción

En la actualidad, la industria de la construcción está experimentando una fuerte transformación en todo el mundo; se están dejando atrás ciertos métodos y técnicas tradicionales para dar paso a nuevos materiales y a tecnologías innovadoras que automatizan los procesos, requiriendo cada vez más de la capacitación del personal.

Estos cambios precipitados dentro del sector de la arquitectura y la edificación, implican que los procesos y las formas de construir están evolucionando, permitiendo la ampliación y renovación en la oferta de productos y servicios que brindan las empresas.

Las nuevas soluciones constructivas tienen una mirada desde lo ambiental, apostando al ahorro energético, la construcción sostenible y un compromiso con el crecimiento económico y social.

Mac Donells (2004) sostiene que, existe en nuestro mercado de viviendas un grupo de hechos que se repite que frecuentemente tanto en las obras privadas como en la pública, y que son algunas de las causas o razones que llevan a la necesidad de industrializar o promover cambios del método de producción, mencionando los más destacados:

- La calidad de las construcciones de viviendas masivas es cada vez menor debido a la mano de obra ineficiente por escasez de quien la concreta: el albañil oficial. Esto genera una menor productividad que la empresa la considera en los presupuestos a cotizar en obras siguientes.
- De lo anterior surge que se utiliza más mano de obra de la necesaria, que se destina a sustituir máquinas.
- El uso de subcontratistas en gran parte de la obra, que lógicamente trabajan a mayor velocidad en detrimento de la calidad.
- Incumplimiento de entregas de obras en los plazos estipulados.
- Cada vez es mayor el número de accidentes laborales y el valor de la prima se incrementa.

- El albañil ejerce, por su capacitación, un control de calidad de las características físicas de los materiales ya que con el uso diario detecta defectos sin recurrir a ensayos, nos advierte del ladrillo malo, de la falta de escuadría de las baldosas, etc., su ausencia en la obra se debería suplir por ensayos a los que somos reacios.

La industria de la construcción va incorporando nuevas tecnologías y productos para dar solución a problemas que se presentan en el proceso de la obra o para responder a requerimientos de los usuarios. Con la idea de mejorar la eficiencia y la eficacia, en el trabajo diario y en el hacer cotidiano, que redunda en amplios beneficios en la construcción, destacándose más velocidad en el montaje, mayor precisión y complejidad en los diseños, reducción sustancial de los desperdicios producidos en la obra.

La Secretaría de Vivienda de la Nación hace una clasificación, para lo cual incorpora el concepto de Sistemas Constructivos y dice que*: Los sistemas constructivos son conjuntos de elementos, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación particular. Todos juntos forman una organización funcional con la misión constructiva común, de sostén (estructura), de definición y protección de espacios habitables (cerramientos) y/o de obtención de confort (acondicionamiento). De ello depende la solidez, la nobleza y la durabilidad.* (Secretaría de Vivienda de la Nación, 2019)

Dicha secretaría agrega además que: *los elementos constructivos son cada uno de los componentes que integran una edificación u obra civil, que pueden clasificarse según su función en dos grupos diferentes: fundamentales o complementarias.*

*Tanto los sistemas como los elementos, se pueden clasificar en tradicionales y no tradicionales. Los tradicionales son aquellos sistemas portantes y elementos cuyas características principales son las de ser abiertos, con normas y reglamentos específicos para su fabricación, cálculo y ejecución, con antecedentes y tiempos de aplicación comprobada y sin ser exclusivos.*

*Actualmente, son considerados como tradicionales por la Secretaría de Vivienda los siguientes sistemas constructivos:*

- *Sistema de mampostería de ladrillo de cerámica roja yuxtapuesto, con o sin estructura resistente de hormigón.*
- *Sistema de Construcción de Entramado de Madera, aprobado por la Resolución 3-E2018 de la entonces Secretaría de Vivienda y Hábitat y sus modificaciones.*

- *Sistema de Construcción con Estructura de Perfiles Conformados en Frío de Chapa Cincada, aprobado por la Resolución 5-E2018 de la entonces Secretaría de Vivienda y Hábitat y sus modificaciones.*

La industria es una actividad económica que, a través de su proceso de producción, logra transformar la materia prima en un producto necesario y útil para el hombre. El cambio fundamental se produjo a finales del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII con la Revolución Industrial que marca a este momento como el nacimiento formal de la industria.

La mecanización del trabajo es una de las características más sobresalientes de las industrias, pues la introducción de máquinas durante la Revolución Industrial, produjo que menos personas tuvieran que desarrollar trabajos manuales, pero en cambio se comenzó a necesitar personas que puedan operar las máquinas.

La actividad industrial se lleva a cabo generalmente de forma colectiva, en recintos cerrados o fábricas altamente especializadas y automatizadas, que operan con un alto nivel de organización. La producción de bienes y servicios se realiza de forma masiva, es decir, a gran escala, con una producción en serie, con un gran excedente de productos que son la esencia de la comercialización.

El proceso de producción industrial se caracteriza por ser:

- **mecanizado**, porque se basa en el empleo de la máquina, en reemplazo del brazo del hombre;
- **automático**, porque posee movimiento propio, gracias a un fenómeno de transformación de energía en trabajo, donde no participa el hombre, lo que evita el cansancio y el deterioro físico que éste sufre en el trabajo; y,
- **iterativo,** es decir, ofrece la particularidad de poder repetir ininterrumpidamente un mismo movimiento, sin intervención del hombre, sin cansancio, y sin el riesgo de cambios producidos por la rutina.

Para la construcción de viviendas se recurre a la industria, porque ésta se ajusta a las condicionantes de masividad y corto plazo de ejecución requeridos.

La industria ofrece innumerables ventajas, entre las que podemos destacar, como las más sobresalientes y significativas para la construcción, las siguientes:

1. **Maximiza la producción**: por su posibilidad de producir en grandes cantidades, gracias al proceso de tipificación, se puede lograr una producción masiva;

2. **Minimiza los costos de producción**, en virtud de la producción masiva, que permite amortizar la inversión, distribuyendo los costos operativos en un gran número de productos;
3. **Reduce los plazos de ejecución**, mediante una ajustada planificación de las actividades propias de la producción y el uso de máquinas;
4. **Optimiza la calidad del producto**, mediante un estricto y permanente control de las operaciones propias del proceso productivo, en todas sus etapas.
5. También es necesario destacar que el proceso de producción industrial se desarrolla en **recintos cerrados**, cubiertos, la mayoría de las veces climatizados, lo cual representa un mejoramiento de las condiciones de trabajo de los operarios, a la vez que permite ejecutar las tareas de producción, independientemente de los fenómenos climáticos.

## Construcción en madera

La madera es el recurso natural más antiguo del que dispuso el hombre desde tiempos remotos. Siempre le ha proporcionado alimentos, medicinas, protección, combustibles, útiles, instrumentos herramientas y medios de transporte (Hanono, 2004)

Actualmente existe una tendencia para producir casas y edificios de madera a partir de una producción industrializada, tendiente a posicionar en el mercado un material sumamente eficiente y que además resulta ser un recurso renovable.

En nuestro país, el empleo de la madera en los sistemas constructivos para la construcción de vivienda es muy escaso, pero existe desde el sector forestal un amplio desarrollo y numerosos emprendimientos que pretenden revertir esta situación, para poder incorporar el uso de entramados de madera en los institutos de viviendas, como sistema constructivo aceptado para la realización de barrios de interés social.

En muchos países del mundo la madera es el material habitual con el que se construyen gran parte de las viviendas. Alemania, Reino Unido, Canadá, Francia, Rusia y Japón han incentivado el uso de la madera para la construcción. En algunos de estos países el parque de viviendas de madera va desde el 45 al 80% (Pilar, 2020)

La madera estructural había caído en desuso, sustituida por el hormigón, cuya plasticidad y duración fascinaron a los arquitectos modernos del siglo XX. Postergada a la construcción vernácula o a la casa tradicional del suburbio norteamericano, la madera

recién resurge como material de experimentación para los arquitectos de vanguardia en el siglo XXI. Alex de Rijke considera que el acero fue el material dominante durante el siglo XIX, que el hormigón fue el material del siglo XX, y que la madera industrial será el material de este siglo (Diez, 2016)

La provincia de Corrientes, desde el INVICO, posee el Programa de vivienda en madera que nació como un Proyecto Piloto mediante un convenio entre el Instituto de Vivienda de Corrientes y el Ministerio de la Producción, este proyecto implicó verificar la implementación de la industria forestal en la producción de viviendas sociales de calidad. Con esa premisa se desarrolló un prototipo de Vivienda en madera que utilizaba la mayor cantidad de componentes del mismo material, dando prueba de su capacidad y de su noble eficiencia para responder a las necesidades habitacionales.

Como primera instancia es necesario tener en cuenta el diseño, los detalles, el presupuesto, la calidad de los acabados, la planificación, las licencias, conllevan hoy en día a sistemas constructivos innovadores de madera e industrializados. Para la industrialización se necesita recurrir a tecnología de última generación, contar con un modelo de gestión diferente al de la construcción tradicional. Es necesario adoptar nuevos estándares de producción para optimizar los procesos, mediante la investigación de nuevas soluciones constructivas.

Los principales sistemas con los cuales se construye en madera son los macizos y los entramados. Entre los macizos se distinguen los siguientes subtipos:

Troncos o rollizos (refiriéndose a los elementos horizontales o paredes resistentes que las caracterizan), que pueden ser maquinados o no. Este tipo de edificación, puede asimilarse a la construcción de muros de mampostería, debido a su gran parecido estructural.

Bloques o ladrillos de madera, de distintas dimensiones que se superponen unos a otros, van unidos con mecanismos de encastre, a través de listones, tarugos de madera y clavos metálicos. La madera es protegida posteriormente con sellador de juntas elásticas, asegurando una perfecta impermeabilización y protección de los agentes biológicos.

Paneles de madera contralaminada cruzada, CLT (Cross Laminated Timber) que consiste en tablones de madera aserrada y encolada, donde cada capa se orienta perpendicular a la anterior. De esta manera, el panel tiene buena resistencia a la tracción y compresión.

Entre los entramados se distingue:

- *Entramados de trama abierta*: Sistema poste viga, donde los espacios se cierran con cualquier tipo de material (madera, vidrio o mampostería).
- *Entramados de trama cerrada:* Sistema de bastidores, conocido como Balloon Frame y también Platform Frame. Consiste en la sustitución de las tradicionales vigas y pilares de madera por una estructura de montantes de menor escuadría, pero numerosos, clavados entre sí.

## Sistema de construcción de entramado cerrado de Madera

Si bien todos estos tipos constructivos se pueden implementar en la provincia de Corrientes, el que reconoce más posibilidades a corto plazo es el de entramados de madera de trama cerrada (Pilar, 2020).

A través de la Resolución 3-E-2018 la Secretaría de Vivienda y Hábitat declaró “tradicional” al Sistema de Construcción de Entramado de Madera, lo que resulta un avance normativo y un aliciente para el sector y favorece notablemente este sistema por sobre los demás. La consecuencia práctica de su promulgación es que la tramitación de un legajo de obra en este sistema, de obra privada o pública ante los organismos que pudieran corresponder (Consejos Profesionales, Municipio, Organismos Públicos y entes financieros) debería resultar idéntica a la del sistema tradicional.

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 texturas, como OSB, cementicias, de yeso, normalmente con dimensiones de 1,20 m x 2,40 m, 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.

Las mencionadas placas, cubren superficies bastantes grandes de 2,88 m² y las juntas y uniones se realizan con pegamentos especiales.

Se la denomina **construcción en seco**, por ser un sistema de **construcción** abierto en el cual los materiales no requieren conglomerados húmedos para el armado de su estructura y algunos componentes pueden ser pre-armados y llegan a la obra listos para ser colocados.

Los muros poseen una **baja capacidad portante**, necesitan refuerzos adicionales para la construcción en altura.

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 misma.

No se necesitan grandes movimientos de suelo para fundaciones, por tratarse de construcciones livianas, más bien requieren arriostramientos que las mantengan su estabilidad en caso de vientos muy fuertes.

Los entramados de madera en su fabricación, ocasionan **bajo residuos de construcción**, que además tienen la posibilidad de tener otros usos, conjuntamente con la ventaja de ser biodegradables y no afectar al 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, lo que colabora con la rapidez de la construcción.

Se **acortan los plazos de obra**, al emplearse materiales de grandes dimensiones y listos para ser usados, o pre-armados, lo que aumenta la velocidad de montaje.

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 al sonar a hueco le proporciona una sensación de inseguridad, de fragilidad de la construcción, cosa que está muy lejos de la realidad.

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

**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.

**Bajo control en obra**, pues la verificación y controles de calidad se realizan en la producción de los elementos que constituyen el sistema constructivo.

**Mayor precisión** en la ejecución y montaje en obra, los materiales ya vienen con dimensiones estandarizadas y más precisas, con certificaciones que garantizan la

calidad de estos. 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, normalmente, se traen armados a la obra. Esto posibilita la realización de trabajos sin depender de las inclemencias climáticas, mejorando el rendimiento de los trabajadores y evitando retrasos en el cumplimento 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 es más fácil encontrar las uniones entre placas para realizar cortes de precisión, lo que minimiza los residuos.

Se los piensa como sistemas **flexibles y versátiles**, ya que presentan mayores posibilidades de posible efectuar cambios en el proyecto, ya sean por necesidad o simple solicitud del cliente, sin costos económicos significativos.

Aportes beneficiosos al medio ambiente, pues los **materiales son reciclables**, se pueden desmontar con facilidad y reutilizar. Además, la madera no produce CO2, requiere bajo consumo energético para su producción, y es biodegradable.

El hecho de que las empresas proveedoras de los materiales están involucradas en un mercado de alta competitividad, tratan de mejorar sus productos constantemente, lo hacen por medio de las investigaciones y propuestas innovadoras pensadas en sus clientes, ofreciendo productos con mayores prestaciones y con certificados de garantía de calidad y durabilidad de los mismos.

Estos sistemas de entramados, al ser aceptados por la Secretaría de Vivienda de la Nación como sistemas tradicionales de construcción, originan inestabilidades en las municipalidades que se ven obligadas a revisar los Reglamentos de Construcciones para poder adherir a esta normativa.

# Capítulo 3. Etiquetado de viviendas

En la búsqueda de antecedentes, en relevamientos en portales en internet y páginas web oficiales de instituciones y empresas encargadas de evaluar, regular y certificar o etiquetar edificios, al igual que en revistas y artículos científicos, se hallaron diferentes metodologías usadas como herramientas para evaluar y certificar la calidad de edificios o de proyectos, a través de las cuales se establecen los niveles de sustentabilidad de estos. Su uso tiene un carácter voluntario, pero dichos sistemas de evaluación aportan a la arquitectura un valor agregado que les permite alta competencia en el mercado inmobiliario. Entre los más usados a escala internacional se encuentran:

**BREEAM**, “Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology” (Método de Evaluación Medioambiental para el Desarrollo Investigativo del Edificio) en Reino Unido; **LEED**, “Leadership in Energy and Environmental Design” (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sustentable) en Estados Unidos; **HQE** “Haute Qualité Environnementale” (Alta Calidad Ambiental) de Francia; **GREEN STAR** (Estrella verde) en Australia; **CASBEE**, “Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency” (Sistema de Evaluación Exhaustivo para la Eficiencia Medioambiental en Edificios) en Japón; **DGNB**, “Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen” (Compañía Alemana para Edificios Duraderos) en Alemania; **GRIHA**, “Green Rating for Integrated Habitat Assessment” (Evaluación Sustentable del Hábitat Integral) desarrollado en la India; **GBAS** de Taiwán; **CETHAS** de China; **P.ITHACA** de Italia y **NABERS** “National Australian Built Environment Rating System” (Sistema de Evaluación Medioambiental para la Construcción Nacional) en Australia; **PAAEE** en España, **Eco-Profil** en Noruega (Perfil ecológico), y el **Estándar Passivhaus** en Alemania, especializado en la eficiencia energética de la edificación. Algunos países de forma más incipiente como PEB en Brasil, SEDUVI en México, PPEE en Chile.

LEED es un sistema de certificación de edificios sustentables ampliamente utilizado, creado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos en 1993. El término viene del inglés y significa Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (Leadership in Energy and Environmental Design).

La certificación LEED es una herramienta muy valiosa para avanzar en el desarrollo de sistemas y metodologías sustentables dentro de la industria de la construcción, ya que ofrece una verificación independiente del efecto que una obra tiene sobre el medioambiente y sus habitantes, y ofrece lineamientos para garantizar que su impacto ambiental sea menor.

Un edificio es "sustentable" en la medida que su diseño y proceso constructivo garantizan un uso racional de la energía, los materiales y otros recursos esenciales como el agua. El sistema LEED tiene en cuenta estos y otros aspectos, y ofrece diferentes niveles de certificación de acuerdo con el grado de adecuación de una obra a su reglamento.

El organismo encargado de expedir la certificación LEED a nivel mundial es el Green Business Certification Inc (GBCI) de los Estados Unidos. El organismo otorga los puntajes y el nivel de certificación en función del cumplimento de diferentes capítulos de su reglamento. En Argentina, el AGBC (Argentina Green Building Council), trabaja asesorando a los profesionales del sector para facilitar el desarrollo de construcciones sustentables que puedan aspirar a una certificación.

El primer edificio en obtener una certificación LEED fue la sede del HSBC de Barrancas de Lezama; la readecuación del lugar le permitió alcanzar 76 puntos y un certificado Gold. La torre Madero Office fue otra de las primeras, con una certificación Core & Shell nivel Plata, ambas obras se certificaron en 2011.

En mayo del 2018 se inauguró el edificio con mayor puntaje LEED del país hasta la fecha, perteneciente a Coca-Cola. Se trata de una torre de 15.000 m2 distribuidos en 14 pisos, ubicada en el barrio porteño de Saavedra, que obtuvo una certificación LEED Platino.

Actualmente existen más de 50 proyectos certificados en Argentina, entre los que se destacan el Complejo edilicio Juan Felipe Ibarra, en Santiago del Estero; el Centro Administrativo Corrientes; el Distrito Prisma, en CABA; y el Edificio Catamarca del grupo OSDE[2].

Por su parte BREEAM es una metodología de construcción sostenible de referencia en el mundo, una escala de sostenibilidad que abarca todo el ciclo de vida del edificio desde el planeamiento urbanístico, la construcción, rehabilitación, ampliación o acondicionamiento de nuevos edificios y también la explotación o mantenimiento de edificios ya existentes o en uso. Todo ello con la garantía de la investigación de vanguardia de BRE Global, una prestigiosa institución privada orientada al desarrollo de una extensa gama de productos, servicios y estándares de certificación para lograr un cambio positivo en el sector de la edificación en todo el mundo.

[2] https://www.adbarbieri.com/blog/que-son-las-certificaciones-leed

BREEAM® forma parte de una familia de herramientas que también incluye las infraestructuras civiles (sello CEEQUAL) o la adecuada reconstrucción de países asolados por catástrofes naturales (herramienta gratuita QSAND). Todas ellas son herramientas que permiten impactar en 15 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, hacia el 2030.

## Pruebas Piloto y experiencias de implementación

A finales del 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 el 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 los 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. En la figura 9 se puede apreciar una cronología de los hechos que se fueron sucediendo sobre el consumo de energía que condujeron a un cambio de estrategias con mirada hacia lo sustentable y que permitió que la provincia de Santa Fe inicie las gestiones de etiquetado de vivienda.

Figura 9: Cronología del Etiquetado.
Fuente: Curso para certificadores, Rosario 2019

Una iniciativa llevada a cabo por la Secretaría de Energía de la Nación, en la cual se realizan estudios pilotos en ciudades que corresponden a distintas zonas bioclimáticas del país, en el marco del acuerdo entre la Argentina y la UE, “Eficiencia Energética en la Argentina” Ref: PI/2018/396-324.

Entre los antecedentes del proyecto se puede mencionar a la mesa de trabajo “Sistema de Calificación y Certificación Energética de Edificios destinados a Vivienda”, la cual se conformó en el 2016 y está integrada por la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (SSAyEE); el Ministerio de Energía y Minería de la Nación (MINEM); la Secretaría de Estado de la Energía (SEE) de la Provincia de Santa Fe; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI); el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM); el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). La mesa estableció los lineamientos generales en cuanto a criterios técnicos y procedimientos básicos para el desarrollo e implementación de un sistema de calificación y certificación de eficiencia energética de inmuebles destinados a vivienda, existentes o a construir, de alcance en todo el territorio nacional. Por otra parte, desarrolló el documento de base técnica para el Procedimiento de Cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas, válido para su aplicación en una primera etapa en la ciudad de Rosario.

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 on-line que les permite a los profesionales evaluar las prestaciones energéticas de una vivienda a partir de un relevamiento de la misma 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 las mismas 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 tome fuerza en todo el territorio de manera que las provincias puedan tener ley de etiquetado.

Desde el año 2017, se han realizado 6 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 han etiquetado más de 1400 viviendas. Actualmente, se encuentra en etapa de proyecto la Prueba Piloto en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Siendo la provincia de Santa Fe una de las precursoras en concretar su propia ley de etiquetado, Ley Provincial 13903/19 “Etiquetado de Eficiencia Energética en inmuebles destinados a vivienda”, en la actualidad, la misma es de práctica voluntaria en dicha provincia, y se halla en tratativas su marco regulatorio.

Actualmente ha comenzado la edición número 17 del Curso de Etiquetado de Viviendas (CEV) para Certificadores, organizado en conjunto con la Secretaría de Energía de la Provincia de Río Negro y la Fundación Energías Renovables y Arquitectura Sustentable (ERASUS) de la Provincia de Entre Ríos, en el marco del Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas.

El mismo se lleva a cabo en modalidad virtual a través de la plataforma de capacitación que pone a disposición la Secretaría de Energía de la Nación, y tiene como objetivo fundamental brindar los lineamientos generales para la correcta determinación del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) de las viviendas y la generación de la Etiqueta de Eficiencia Energética correspondiente mediante la utilización del Aplicativo Informático Nacional de Etiquetado de Viviendas.

## Etiqueta de Eficiencia Energética

La Etiqueta de Eficiencia Energética es un documento en el que 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.

El Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) es un valor característico de la vivienda, que representa el requerimiento teórico de energía primaria para satisfacer las necesidades de calefacción en invierno, refrigeración en verano, calentamiento de agua sanitaria e iluminación, durante un año y por metro cuadrado de superficie, bajo condiciones normalizadas de uso dicho índice se expresa en kWh/m2año. En la figura 10 se ilustra la escala relativa que adopta la Secretaría de Energía de la Nación para la definición de los rangos de valores del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) asociados a cada Clase de Eficiencia Energética (CEE), las que difieren según la zona bioclimática del país.

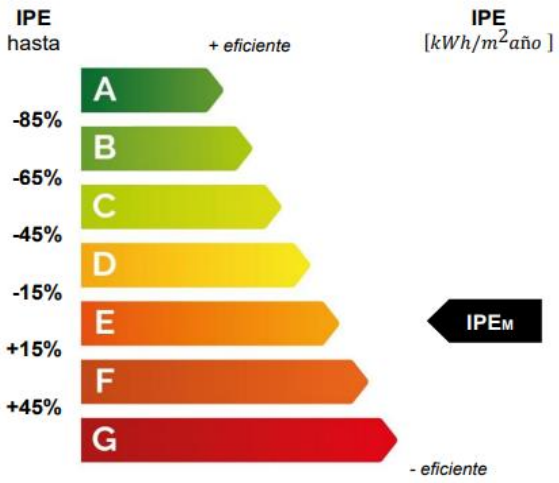



Figura 10: Escala de letras para Etiquetado y unidad de IPE.
Fuente: https://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/

Este indicador es independiente del uso, y permite cuantificar las prestaciones energéticas de las viviendas para poder compararlas entre sí con un criterio unificado, y a partir de esto construir una línea de base que sirva como referencia para la elaboración de políticas públicas y el direccionamiento de mecanismos de incentivos diversos.

A continuación, se describen los pasos de la metodología abordada siguiendo las etapas del aplicativo informático para etiquetado de viviendas para la evaluación de incidencias sobre los casos de estudio localizados en la provincia de Corrientes.

# Etapas para la generación de Etiquetas

Una Etiqueta de Eficiencia Energética es un documento asociado a un inmueble, que es generado en un momento determinado, a partir del procesamiento de datos de:

- un relevamiento de la vivienda, en el caso de ser existente.
- un proyecto de construcción de la vivienda, o de reforma de una existente.

Para la generación de una Etiqueta de Eficiencia Energética se identifican seis (6) etapas esquematizadas en la figura 11 que se describen a continuación:

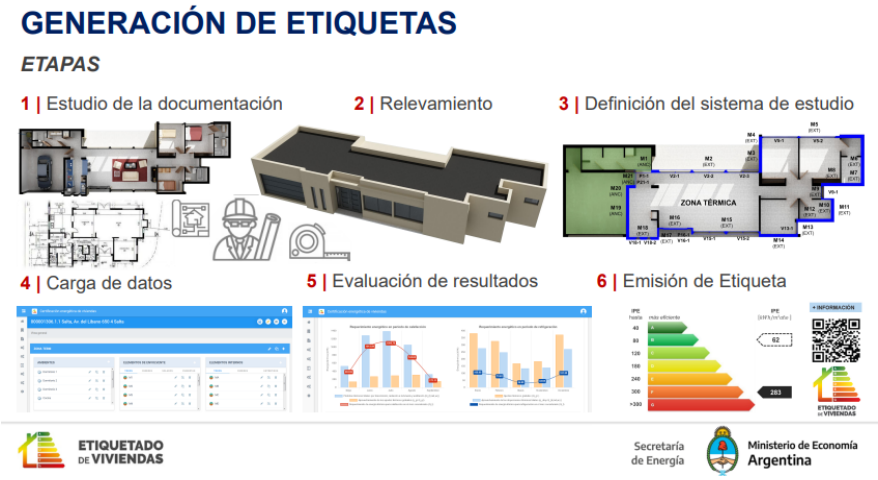



Figura 11: Etapas necesarias para la obtención de Etiqueta de viviendas.
Fuente: Curso para certificadores, Rosario 2019.

## 1. Estudio de la documentación disponible

En esta etapa, se analizaron todos los datos disponibles en los legajos técnicos de los prototipos de las viviendas seleccionadas para este estudio a los efectos de realizar un reconocimiento preliminar que permita optimizar las tareas posteriores.

Para el caso de un inmueble real se contacta al solicitante, se le solicita la información disponible, además de buscar imágenes satelitales en la web, los planos de mensura y la verificación de antecedentes municipales.

## 2. Relevamiento de datos

Superada la etapa de recopilación de la información, se van seleccionando los datos concretos necesarios para la carga en el aplicativo informático, para lo cual, a modo de ayuda, existe una planilla de relevamiento disponible en la página web del etiquetado con todos los ítems a tener presente en el relevamiento métrico y visual, en

este caso el uso de los legajos técnicos y pliegos de especificaciones técnicas mencionados.

## 3. Definición del sistema de estudio

Esta etapa se realiza conforme a lo especificado en el Anexo A del aplicativo informático. Es necesario seguir el procedimiento para la definición del sistema de estudio el cual se estructura en seis (6) pasos básicos que se describen a continuación:

**3.1. Identificación de ambientes y espacios** de la vivienda en su totalidad. Asimismo, resulta importante reconocer las adyacencias que conforman el entorno de la misma, que deben ser tenidas en cuenta como tales, ya que estas condicionan el intercambio térmico de la misma con el exterior. Es importante constatar, además, la existencia, o no, de edificaciones linderas, o en el caso de una vivienda en propiedad horizontal, la presencia de otras unidades vecinas, ambientes de uso común, locales comerciales, e incluso espacios técnicos para el tendido de conductos y eventualmente la caja de ascensor. Ver figura 12.

Figura 12: Identificación de ambientes y espacios.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 20203

**3.2. Clasificación de ambientes y espacios**. Para clasificar a los ambientes y espacios que integran a una vivienda, se establecen tres categorías, de acuerdo a las definiciones que se presentan a continuación.

**Ambiente climatizado (AC)** es una habitación o espacio cerrado de uso permanente, que a los fines del cálculo se asume como climatizado a una temperatura de confort dada durante el período de tiempo considerado. Si bien existen variaciones espaciales de temperatura interna en el ambiente, se considera que las mismas son

[3] MAP(C) 2020: Manual de Aplicación Práctica para Certificadores. Programa Nacional de Etiquetado de Vivienda 2020.

despreciables. De esta forma, todo el espacio contenido en el ambiente, se puede representar como un punto a temperatura constante. Los AC normalmente son: Estar, comedor, cocina, dormitorio, estudio, baño.

**Ambiente no climatizado (ANC)** es una habitación o espacio cerrado de uso no permanente, cuya temperatura interna se deja fluctuar libremente a los fines del cálculo, sin que actúen equipos de climatización para controlar, modificar o alterar la misma. Se consideran a: garaje, hall de ingreso, lavadero, quincho, sótano, ático habitable, depósito, baulera, guardado.

**Espacio no habitable (ENH)** espacio cerrado no accesible, cuya temperatura interna se deja fluctuar libremente a los fines del cálculo, sin que actúen equipos de climatización para controlar, modificar o alterar la misma. Ejemplo de los mismos son: espacio no accesible bajo escalera, ático no habitable, cámara de aire sobre cielorraso suspendido.

En la figura 13 se muestra a modo de ejemplo la clasificación de ambientes y espacios de una vivienda en el cual se aprecian AC y ANC en este caso.

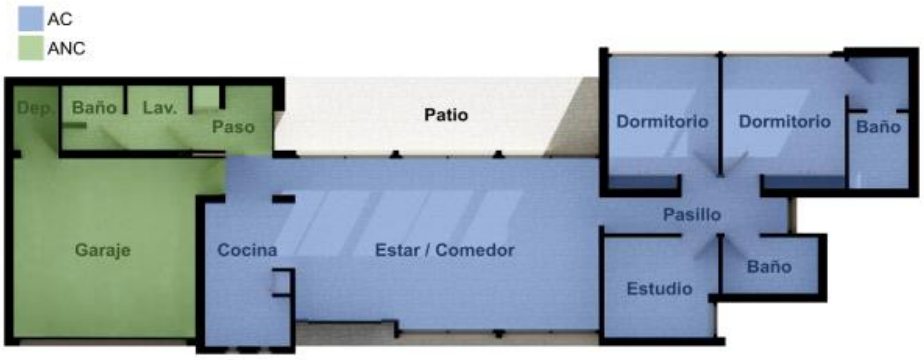



Figura 13: Clasificación de ambientes y espacios.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020

**3.3. Definición de Zonas térmicas (ZT).** La ZT está conformada por un ambiente o conjunto conexo de AC a una temperatura de confort dada para el período de tiempo considerado. Si bien existen variaciones espaciales de temperatura interna, se considera que las mismas son despreciables de esta manera, a los fines del cálculo del balance térmico, todo el aire contenido dentro de una zona térmica se puede representar como un punto a temperatura constante, igual a la temperatura interna de confort, lo cual es independiente de los sistemas activos de calefacción y refrigeración instalados, pudiendo ser los mismos centralizados, o no. En la figura 14 se ve la definición de la ZT.

Figura 14: Definición de Zonas térmicas.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020

Por definición, cada AC es en sí mismo una ZT, y, por ende, conceptualmente, se pueden definir tantas ZT en una vivienda como AC haya. Sin embargo, se recomienda siempre que sea posible, considerar una única ZT por cada nivel de la vivienda. Con este criterio, se puede llevar a cabo el trabajo de manera más ordenada.

**3.4. Reconocimiento de la Envolvente térmica (ET).** La envolvente térmica es el conjunto de elementos (muros) que delimitan físicamente a una zona térmica de la vivienda y la separan del exterior, de construcciones linderas, o de otros ambientes y espacios adyacentes como se define en la figura 15.

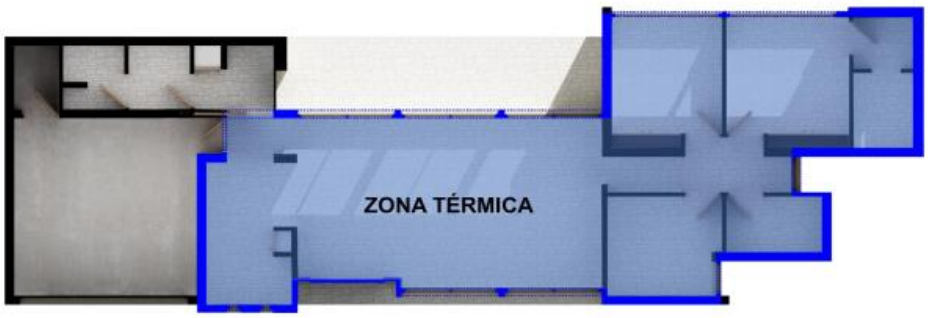



Figura 15: Reconocimiento de la envolvente térmica.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020

**3.5. Identificación de los elementos de la envolvente térmica**. Un elemento de la ET es una porción de la misma, de composición “homogénea” que, a los efectos del flujo de calor, actúa como interfaz entre el interior de una ZT y el ambiente exterior, u otros ambientes adyacentes. Los elementos de la envolvente térmica, pueden ser elementos constructivos como muros, solados y cubiertas, o bien aberturas contenidas en dichos elementos. A continuación, se considera pertinente presentar las definiciones de los elementos mencionados que deben ser tenidos en consideración a los fines de la evaluación de cada caso en estudio.

**3.5.1. Muro de la envolvente**, elemento constructivo de plano vertical que delimita a la zona térmica en sus caras laterales o perímetro en planta, actuando como interfaz entre el interior de la misma y el ambiente exterior, u otros ambientes o espacios adyacentes. En la figura 16 se presentan los elementos constructivos (porciones de muros) en que se han dividido la ET según la ubicación y conformación de los mismos.

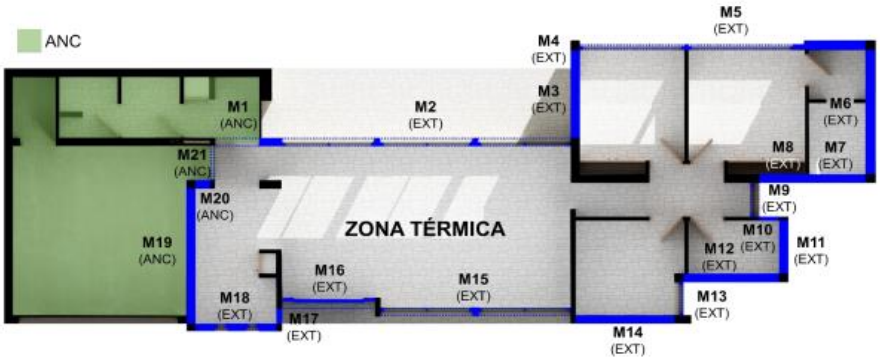



Figura 16: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Muros.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020.

**3.5.2. Abertura**, elemento de envolvente térmica que pertenece a un muro o cubierta, y, por ende, limita a la ZT en sus caras laterales o en su cara superior, actuando como interfaz entre el interior de la misma y el ambiente exterior, u otros ambientes o espacios adyacentes. En la figura 17 se puede apreciar que las nomenclaturas de las aberturas llevan un subíndice en correspondencia al muro que las contiene.

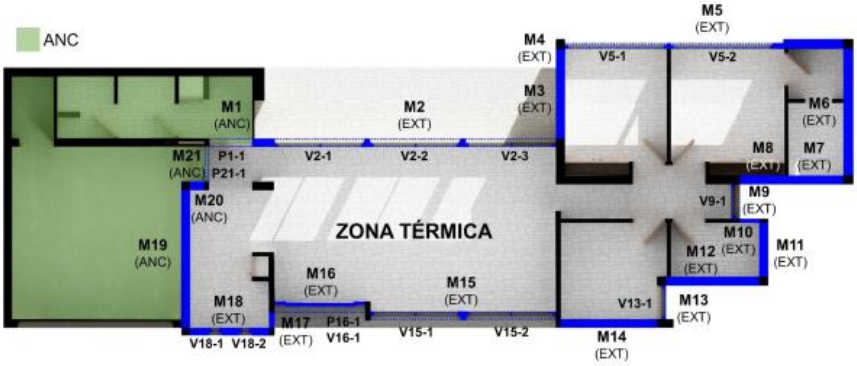



Figura 17: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Muros y aberturas.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020.

**3.5.3. Solado**, elemento constructivo del plano horizontal que delimita a la zona térmica en su cara inferior, actuando como interfaz entre el interior de la misma y el terreno, el ambiente exterior, u otros ambientes o espacios adyacentes (un elemento de solado puede ser el piso sobre terreno, o bien un entrepiso inferior, en el caso de que la

zona térmica considerada se encuentre en una planta alta dentro de una vivienda de dos plantas o incluso se esté analizando una unidad de vivienda en un edificio multifamiliar). Ver fig. 18.

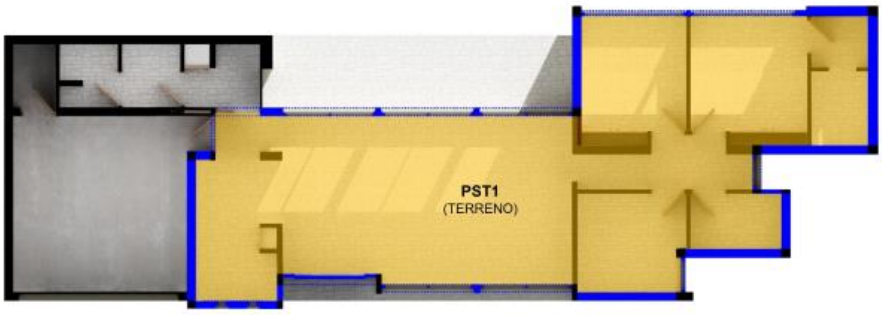



Figura 18: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Solado.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020

**3.5.4. Cubierta**, elemento constructivo de plano horizontal o inclinado que delimita a la ZT en su cara superior, actuando como interfaz entre el interior de la misma y el ambiente exterior, u otros ambientes o espacios adyacentes (un elemento de cubierta puede ser la cubierta de la vivienda propiamente dicha, o bien un entrepiso superior, en el caso de que la zona térmica considerada se encuentre en una planta baja dentro de una vivienda de dos plantas o incluso se esté analizando una unidad de vivienda en un edificio multifamiliar). Ver figura 19.

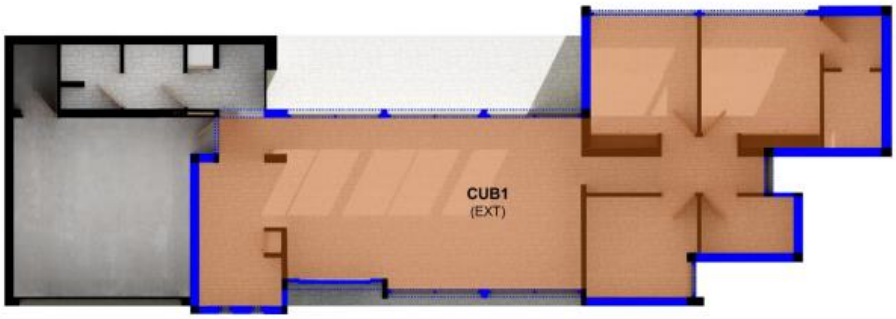



Figura 19: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Cubierta.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020.

La **adyacencia** de un elemento de la envolvente térmica puede ser otro AC, en el caso de ambientes propios de la vivienda que han sido asignados a otra zona térmica, o en el caso de unidades adyacentes en propiedad horizontal; un ANC propio de la vivienda que ha sido clasificado como tal, en el caso de ambientes de uso común como palieres, cocheras cerradas, o un local comercial en propiedad horizontal, o incluso en

el caso de existir una edificación lindera con la que se comparte medianera; un ENH propio de la vivienda que haya sido identificado como tal; al exterior; o al terreno.

A los fines de proceder de una forma fácil a la identificación de cada uno de los elementos constructivos que conforman la ET, se establece un procedimiento a realizar a través de la utilización de un diagrama de flujo, representado en la figura 20, que siguiendo el recorrido del mismo se pueden evitar errores.

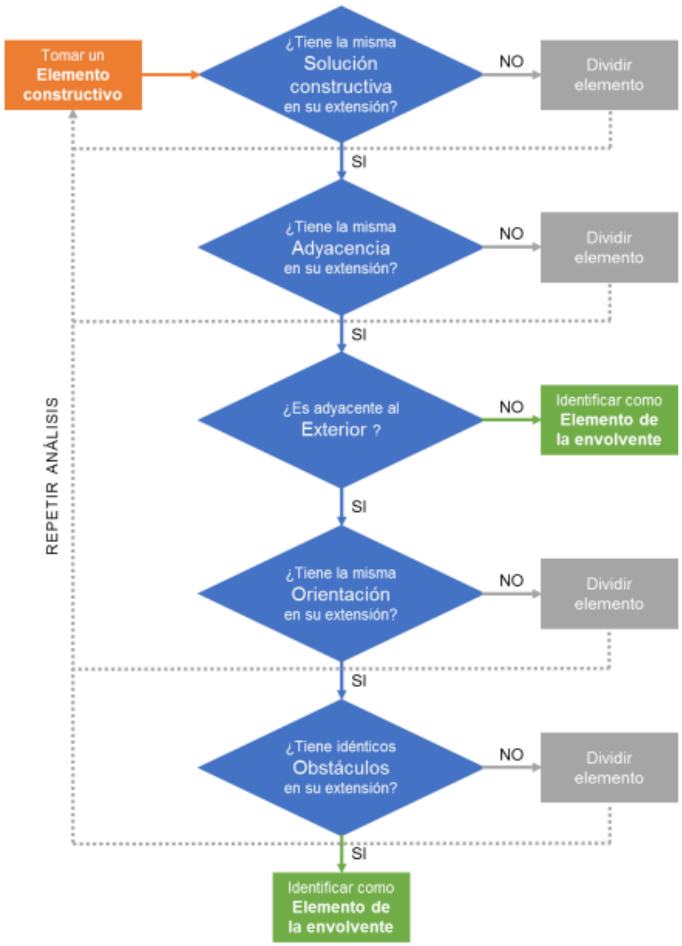



Figura 20: Diagrama de flujo para identificación de los elementos de la envolvente térmica.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020

**3.6. Identificación de los elementos internos a la zona térmica.** Un elemento interno a la zona térmica, es un elemento constructivo que divide ambientes climatizados dentro de una misma ZT, y, por ende, queda comprendido en el interior de la misma. Al tratarse de elementos que dividen ambientes climatizados dentro de una misma ZT, se encuentran en equilibrio térmico con los ambientes y, por ende, no existe flujo de calor a través de los mismos. Estos pueden ser elementos constructivos como muros, entrepisos y escaleras, no se consideran las aberturas contenidas en los mismos,

escaleras livianas, u otros elementos cuya masa sea despreciable a los fines del almacenamiento de energía. En la figura 21 se puede observar cómo se identifican los elementos internos de una ZT la nomenclatura de los mismos con Mi (Muro interno) y la numeración de orden.

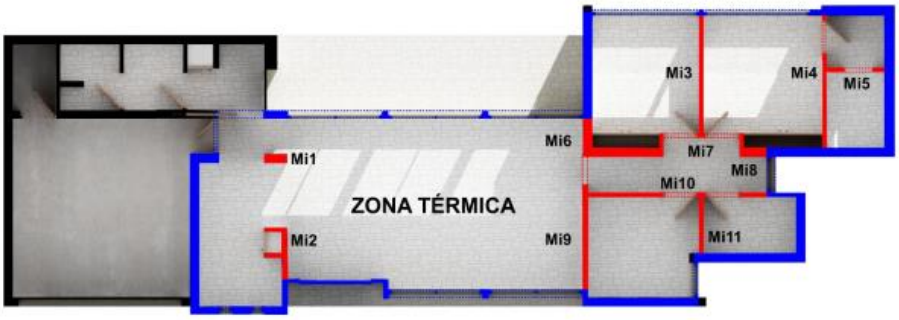



Figura 21: Identificación de los elementos internos de la zona térmica.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020

A continuación, se presentan las definiciones de los elementos mencionados que deben ser tenidas en consideración según cada caso de estudio en particular:

- **Muro interno**, elemento constructivo de plano vertical que divide ambientes climatizados dentro de una misma ZT, comprendido en el interior de la misma.
- **Entrepiso interno**, elemento constructivo de plano horizontal que divide ambientes climatizados dentro de una misma ZT, comprendido en el interior de la misma.
- **Escalera**, elemento constructivo de plano inclinado comprendido en el interior de una ZT.

A los fines de la identificación de cada uno de los elementos internos a la zona térmica, es necesario tener en consideración únicamente su composición. Un mismo elemento constructivo puede ser dividido en múltiples elementos internos a la zona térmica, si presenta diferentes soluciones constructivas a lo largo de su extensión. Por ende, ante cualquier diferencia en el orden, el espesor, o el material de una capa, la composición del elemento constructivo considerado hace que el mismo deba ser analizado como dos elementos internos independientes.

Para proceder a la identificación de cada uno de los elementos constructivos que quedan contenidos en el interior de una zona térmica, atendiendo a todas las definiciones y consideraciones presentadas, se establece un procedimiento a seguir por medio de un diagrama de flujo que se exhibe en la figura 22.

Figura 22: Diagrama de flujo para identificación de los elementos internos de la zona térmica.
Fuente: Anexo A, MAP(C) 2020

## 4. Carga de datos

La carga de datos se realiza al aplicativo informático on-line, herramienta que permite al profesional evaluar la eficiencia energética de una vivienda a partir de un relevamiento de la misma y obtener la Etiqueta correspondiente conforme a los procedimientos establecidos a nivel nacional, dar recomendaciones de mejora y cuantificar el impacto de las mismas en términos de potenciales ahorros.

El siguiente link: https://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/ es para ingresar al aplicativo de etiquetado de viviendas, es de acceso público y cuenta con una estructura de roles y permisos de usuario específicamente diseñada para la correcta implementación del sistema en base al esquema planteado a nivel nacional, como se menciona a continuación los roles pueden ser:

- Administrador nacional
- Administradores provinciales / municipales
- Administradores de parametrías específicas
- Certificadores (Inmuebles / Relevamientos / Proyectos / Anteproyectos / Prototipos)
- **Usuarios registrados (Anteproyectos / Prototipos).** Para este estudio, la tesista se halla en esta situación.

Una de las primeras cuestiones a tener en cuenta es la definición de entidades que se podrán cargar, lo cual está en relación al permiso de acceso al aplicativo, como se ilustra en la figura 23 donde el Usuario registrado (situación actual de la autora) puede cargar prototipos y anteproyectos únicamente, no así el Certificador que, además, puede cargar inmuebles, relevamientos, proyectos y etiquetar.

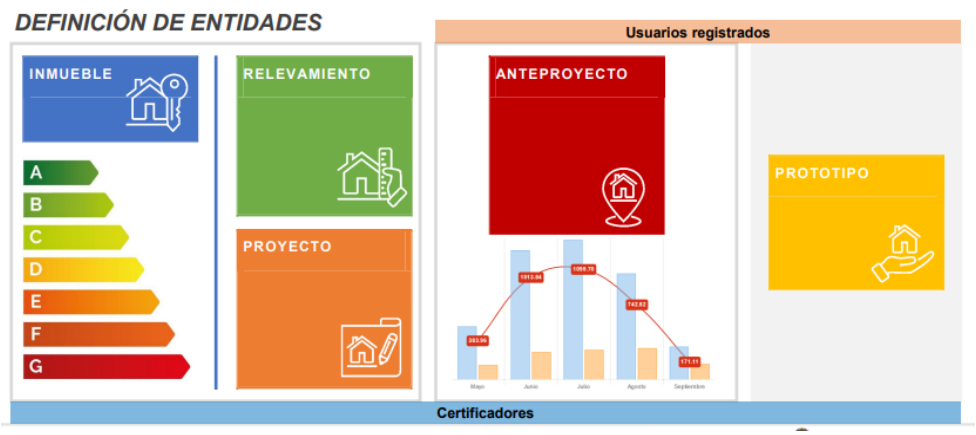



Figura 23: Definición de entidades según roles y permisos para uso del aplicativo.
Fuente: Curso para certificadores, Rosario 2019.

La parametrización de las bases de datos, posee un alto grado de complejidad y abarca aspectos de diversas especialidades, entre los que se puede mencionar:

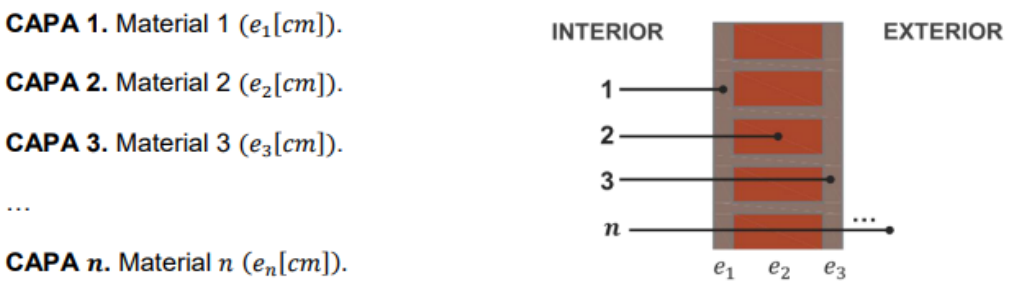
a. Ubicación geográfica: con sus localidades, departamentos y provincias.
b. Zonas climáticas (estaciones del Servicio Meteorológico Nacional) según mapa bioclimático de República Argentina según norma IRAM 11603.
c. Regiones de implementación.
d. Materiales de la construcción según sistemas constructivos.
e. Soluciones constructivas consideradas en el proyecto o relevamiento.
f. Sistemas activos o equipamientos de calefacción, refrigeración y calentamiento de agua.
g. Instalaciones de generación a partir de fuentes de energía renovable.

Una vez que se carga la ubicación geográfica el sistema redirecciona a la zona climática correspondiente y su región de implementación, también se requieren las características del terreno que se puede seleccionar de lista desplegable al igual que el tipo de ventilación, para la determinación de las tasas de renovaciones de aire por ventilación natural de cada ZT que integran a la vivienda. Otro dato es el grado de exposición a la intemperie que consiste en la determinación de la categoría de exposición de la vivienda (bajo medio alto o muy alto), en función de las irregularidades del terreno en su superficie y de la presencia de obstrucciones externas en las adyacencias del lugar de emplazamiento. La ubicación en altura consiste en la determinación de la posición de la vivienda con respecto al nivel del terreno natural en el lugar de emplazamiento de la misma, si el nivel de piso terminado es inferior a 20 m o superior a 20 m.

Asimismo, se cargan los ambientes, los elementos de la envolvente y los elementos internos. Ver figura 24, imagen que devuelve el programa informático.

Figura 24: Identificación de los elementos internos de la zona térmica.
Fuente: MAP(C) 2020.

La composición de un elemento de muro, solado o cubierta de la envolvente térmica, queda determinada en función de su solución constructiva. Una solución constructiva (SC) de un elemento es el conjunto de las "$n$" capas que lo componen, se cargan en forma ordenada desde la capa interior a la capa exterior, como se ve en la figura 25.




$$e_{TOTAL} = e_1 + e_2 + e_3 + \cdots + e_n \ [cm]$$

Figura 25: Solución constructiva.
Fuente: MAP(C) 2020.

## 5. Procesamiento de datos y evaluación de resultados

El procesamiento de datos e interpretación de resultados, se realiza a partir del análisis de la información que arroja el sistema. Esto permite hacer la evaluación de los mismos para poder brindar potenciales recomendaciones de mejora sobre viviendas existentes o proyectos en proceso de diseño. Además, se pueden lograr la aplicación y evaluación del impacto de las mismas en términos energéticos. En las imágenes 26 y 27, se pueden observar la forma en que se presentan los datos arrojados por el sistema.

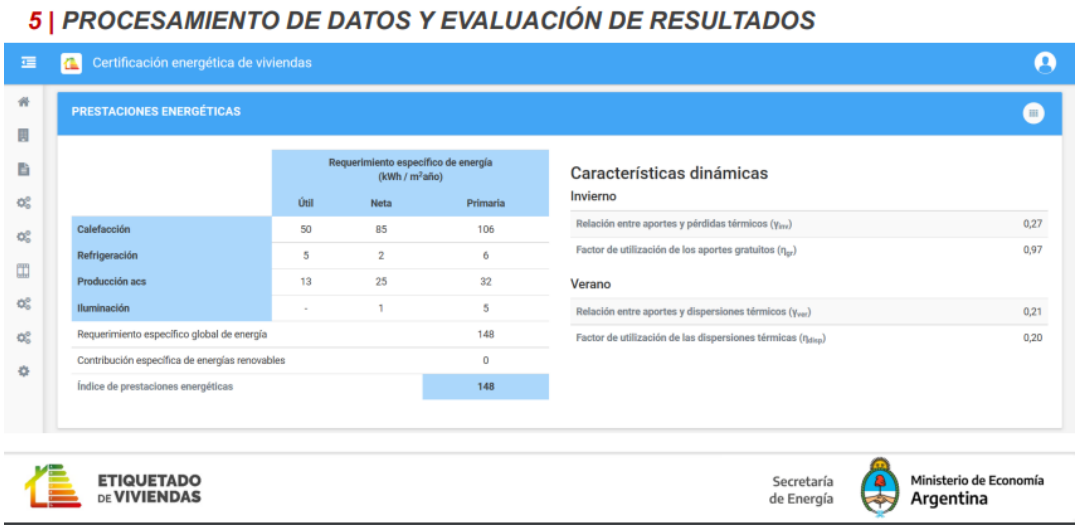



Figura 26: Datos de requerimientos de energía, características dinámicas e IPE obtenidos del aplicativo informático de datos. Fuente: MAP(C) 2020.

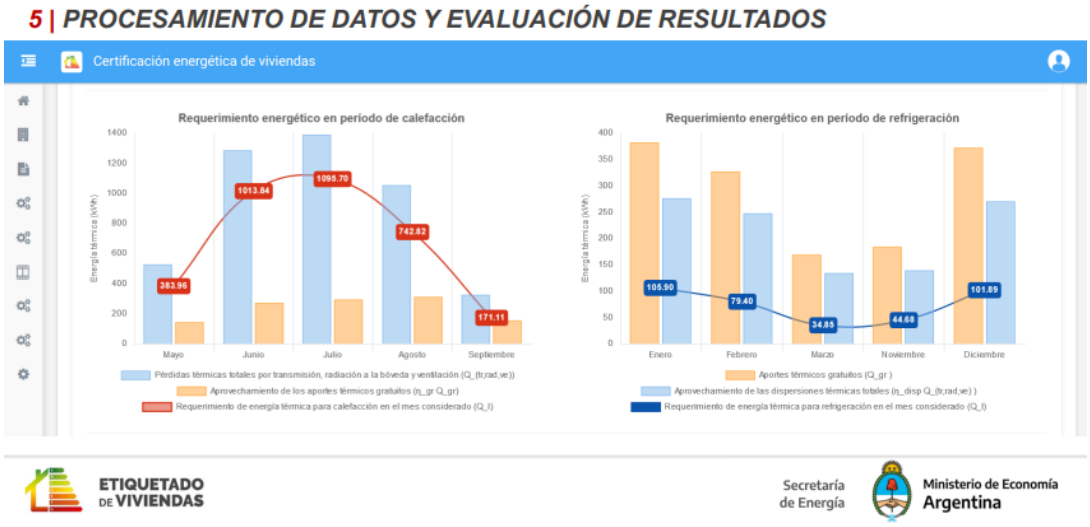



Figura 27: Datos de requerimientos energéticos en periodos de calefacción y refrigeración que arroja el sistema informático de etiquetado. Fuente: MAP(C) 2020.

## 6. Emisión de la Etiqueta de Eficiencia Energética

La etiqueta es un documento en que figura la clase de Eficiencia Energética (en una escala de letras desde la “A” hasta la “G”), asociada a un rango de valores del Índice de Prestaciones Energéticas. Para inmuebles destinados a vivienda, el plazo de validez es de 10 años. Expedida por la autoridad de aplicación. La etiqueta deberá ser solicitada para su presentación y registración en las escrituras traslativas de dominio, ante la falta de presentación, se asume como Clase de Eficiencia Energética G. Ver figura 28.

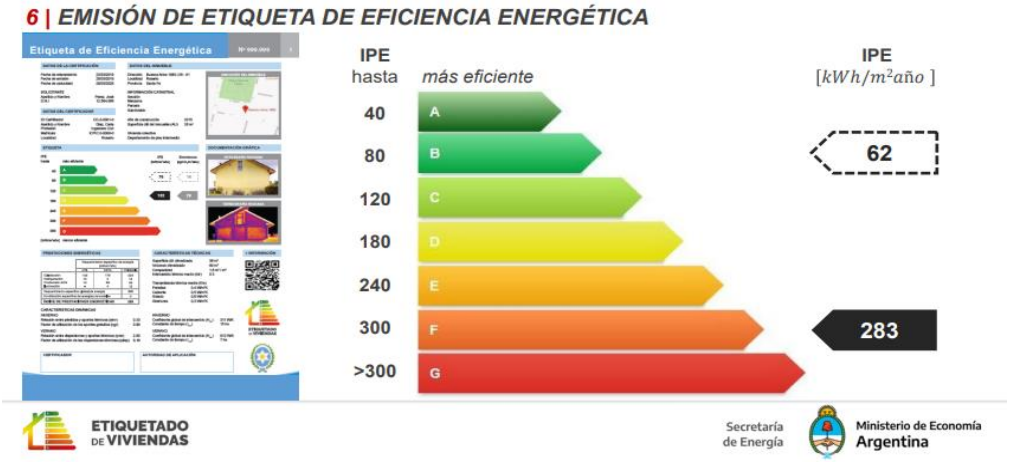



Figura 28: Generación de Etiqueta de Eficiencia Energética.
Fuente: MAP(C) 2020.

Edwards (2013), expresa que: Para evitar verse superado por la cantidad de variables a tener en cuenta, los arquitectos, necesitan un conjunto sencillo de herramientas de evaluación, basado en principios y valores fácilmente comprensibles. Estas herramientas ya existen, pero pocas son lo suficientemente sencillas como para constituir una guía útil, especialmente durante las fases iniciales del proyecto, cuando se toman decisiones clave para el medio ambiente.

Los métodos usados a nivel internacional como BREEAM y demás herramientas contienen tantas variables que incorporan en su fase de aplicación, que preceden a la determinación de la planta y la situación de la edificación.

Es necesario inculcar en los estudiantes la incorporación, desde la Universidad, de métodos de análisis sencillos y de fácil aplicación, considerando que el aplicativo informático para el etiquetado de viviendas, brindado por la Secretaría de Energía de la Nación puede ser una herramienta potente con aportes positivos en el ámbito académico.

# Capítulo 4. Estudio de casos

## Descripción y análisis de prototipo de viviendas

El objetivo principal de este capítulo consiste en realizar el análisis y descripción de las características técnicas de dos prototipos con sistemas constructivos diferentes desarrollados por el Instituto de Vivienda de Corrientes (INVICO) para la construcción de habitacional estatal, para ello se accedió a la información concreta conformada por legajos técnicos y pliegos de especificaciones técnicas. Esta documentación fue desmenuzada y estudiada para la obtención de los datos necesarios para conformar el sistema de estudio.

El INVICO promociona el diseño de la vivienda de interés social en el marco del concepto "accesibilidad integral" que busca definir un “Diseño universal”, entendiéndose a éste como una herramienta que permite crear entornos amigables para todos independientemente de edades o capacidades. Bajo este concepto, el diseño prioriza condiciones de “accesibilidad integradora”, minimiza las diferencias, en una propuesta inclusiva de todos.

En Argentina casi 4 millones de familias tienen problemas con su vivienda. Hay alrededor de 1.6 millones que no tienen casa y otros 2.2 millones viven en un lugar que no cuenta con la infraestructura básica. La situación afecta, en total, a más de 12 millones de personas. En las últimas décadas, las políticas de vivienda de nuestro país se han enfocado, de modo casi exclusivo, en la reducción del déficit habitacional y el impulso a la actividad económica, dejando de lado aspectos muy importantes referidos al ambiente y al contexto urbano y social (Manual de Vivienda Sustentable, 2015)

Para el presente estudio comparativo de sistemas constructivos a través de indicadores de sustentabilidad ambiental, fue necesario determinar las características constructivas de la envolvente, la zona bioclimática, y las instalaciones de los prototipos, así como las ventilaciones y orientaciones, para lo cual se recurrió a la búsqueda de la información fundamental que permitiera determinar las prestaciones energéticas de los mismos.

## Localización

Para contextualizar la presente investigación, se la localiza geográficamente en la provincia de Corrientes.

La ciudad de Corrientes, es la más antigua del NEA, además, es la capital y principal centro social y económico de la provincia homónima. Está situada a orillas del río Paraná y distante a 50 km aguas abajo de la confluencia con el río Paraguay, aproximadamente 1150 km aguas arriba de su desembocadura en el Río de la Plata. Junto a los poblados aledaños conforma el aglomerado urbano Gran Corrientes.

El puente General Manuel Belgrano sobre el río Paraná, actúa de lazo de unión entre la provincia de Corrientes y las ciudades de Barranqueras y Resistencia en la provincia del Chaco ver figura 29. Diariamente miles de personas transitan el mencionado puente como paso obligado ya sea por trabajo o por estudios, así como otros casos de simple tránsito.

Figura 29: Localización geográfica de la provincia de Corrientes, de la ciudad de Corrientes y su relación con Resistencia, la capital del Chaco. Fuente: Imágenes tomadas de la web.

La provincia de Corrientes está rodeada por los ríos Paraná y Uruguay. Se caracteriza por el predominio de la llanura, teniendo como rasgo distintivo una subregión deprimida de bañados y esteros, en el centro y norte de la provincia, famosos por su belleza natural, su fauna y su flora. Hacia el oeste, el relieve es modelado por la acción del río Paraná.

El 35% de la superficie de la provincia está cubierta por las aguas de esteros, lagunas y ríos, dejando solo el 65% de todo el territorio, tierras aptas para la producción.

Las actividades productivas de la provincia de Corrientes, son la ganadería ovina y vacuna, el cultivo y procesamiento de cítricos, especialmente las naranjas, y el cultivo de arroz está logrando un gran desarrollo, también se pueden mencionar cultivos más tradicionales como el té, la yerba mate y el tabaco.

La provincia de Corrientes presenta un clima subtropical (sin estación seca), con abundantes lluvias y temperaturas elevadas.

La Norma IRAM 11603 que divide la Argentina “bioclimáticamente" en seis (6) regiones bioclimáticas o bioambientales. Esta división es acompañada por datos climáticos y días de diseño para invierno y verano que se utilizan en la verificación de la calidad térmica de los edificios, y recomendaciones de diseño para condiciones microclimáticas específicas.

Según dicha Norma la región N.E.A., está caracterizada como ZONA I: Muy cálida. “Comprende la región donde los TEC media, en el día típicamente cálido, son superiores a 26,3°C. Se extiende en la región centro Este del extremo Norte del país con una entrada al sudoeste en la faja de Catamarca y La Rioja. Durante la época caliente todas las zonas presentan valores de temperaturas máximas superiores a 34°C y valores medios superiores a 26°C, con amplitudes térmicas siempre inferiores a 15°C (Pilar, 2016).

La tensión de vapor mínima es de 1870 Pa (14 mm Hg) y aumenta según el eje Suroeste-Noreste. El periodo invernal es poco significativo con temperaturas medias durante el mes más frío, de superiores a 12°C.

La zona I se subdivide en dos subzonas a y b, en función de las amplitudes térmicas:

- Zona Ia: amplitudes térmicas mayores de 14°C
- Zona Ib: amplitudes térmicas menores de 14°C.

En la figura 30 se puede observar el mapa con la clasificación bioclimática (Bioambiental) de la República Argentina y la zona que ocupa cada una en especial la región NEA y sobre todo la ciudad de Corrientes que está ubicada en zona Ib, la que será tenida en cuenta para este estudio.

El período invernal es poco significativo con temperaturas medias durante el mes más frío de superiores a 12°C”. En su artículo 8 la norma 11603 argumenta sobre Microclimas que pueden originarse en las ciudades, y dice: Las ciudades producen las llamadas "islas calientes". En el período frío, la energía liberada por las instalaciones de acondicionamiento térmico, por el tránsito vehicular y por los sistemas de iluminación, contribuye al aumento de temperatura. Pueden registrarse incrementos de hasta 3 °C respecto de las zonas de baja densidad edilicia.

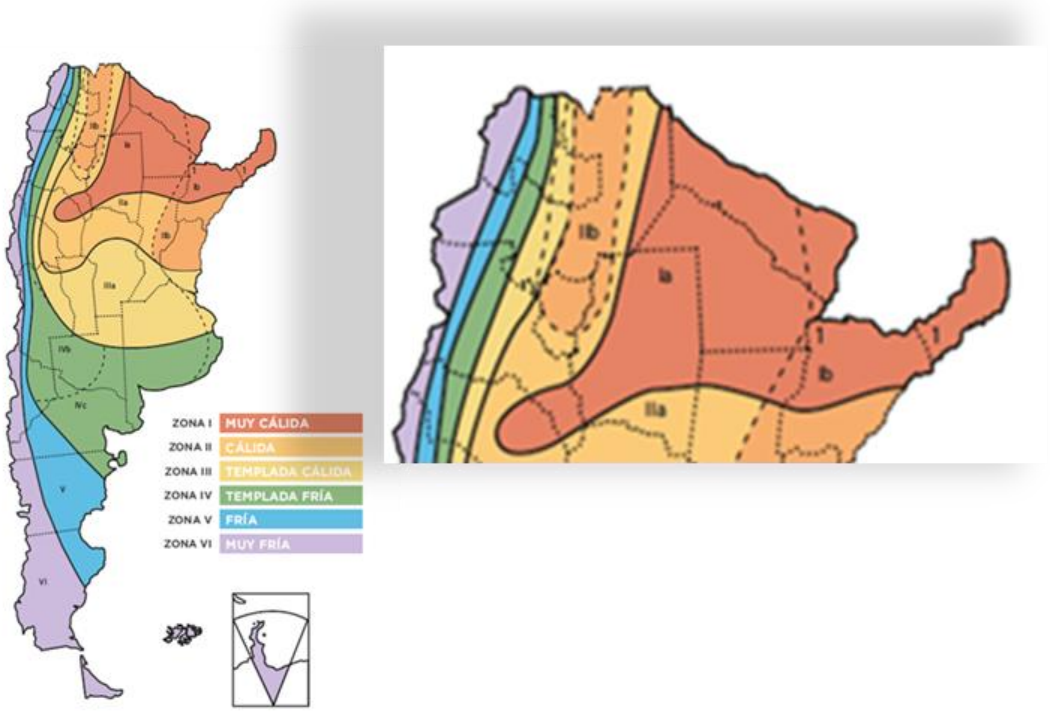



Figura 30: Clasificación bioclimática (Bioambiental) de la República Argentina.
Fuente: https://www.facebook.com/photo/?fbid=113586957534294&set=a.107102624849394

## Prototipo de vivienda de madera

El Programa de vivienda de madera surge de un Proyecto Piloto mediante un convenio entre el Instituto de Vivienda de Corrientes y el Ministerio de la Producción de la Provincia, este proyecto permitió incorporar la implementación de la industria forestal en la producción de viviendas sociales de calidad. Con esa premisa se desarrolló un prototipo de Vivienda en madera que utilizaba la mayor cantidad de componentes del mismo material, dando prueba de su capacidad y de la noble eficiencia del mismo. Con esta iniciativa se pudo comenzar un proyecto que atienda las necesidades habitacionales de una parte de la población.

La planta de arquitectura del prototipo en madera y la planta de techos presentes en el legajo técnico estudiado, se pueden observar en la figura 31.

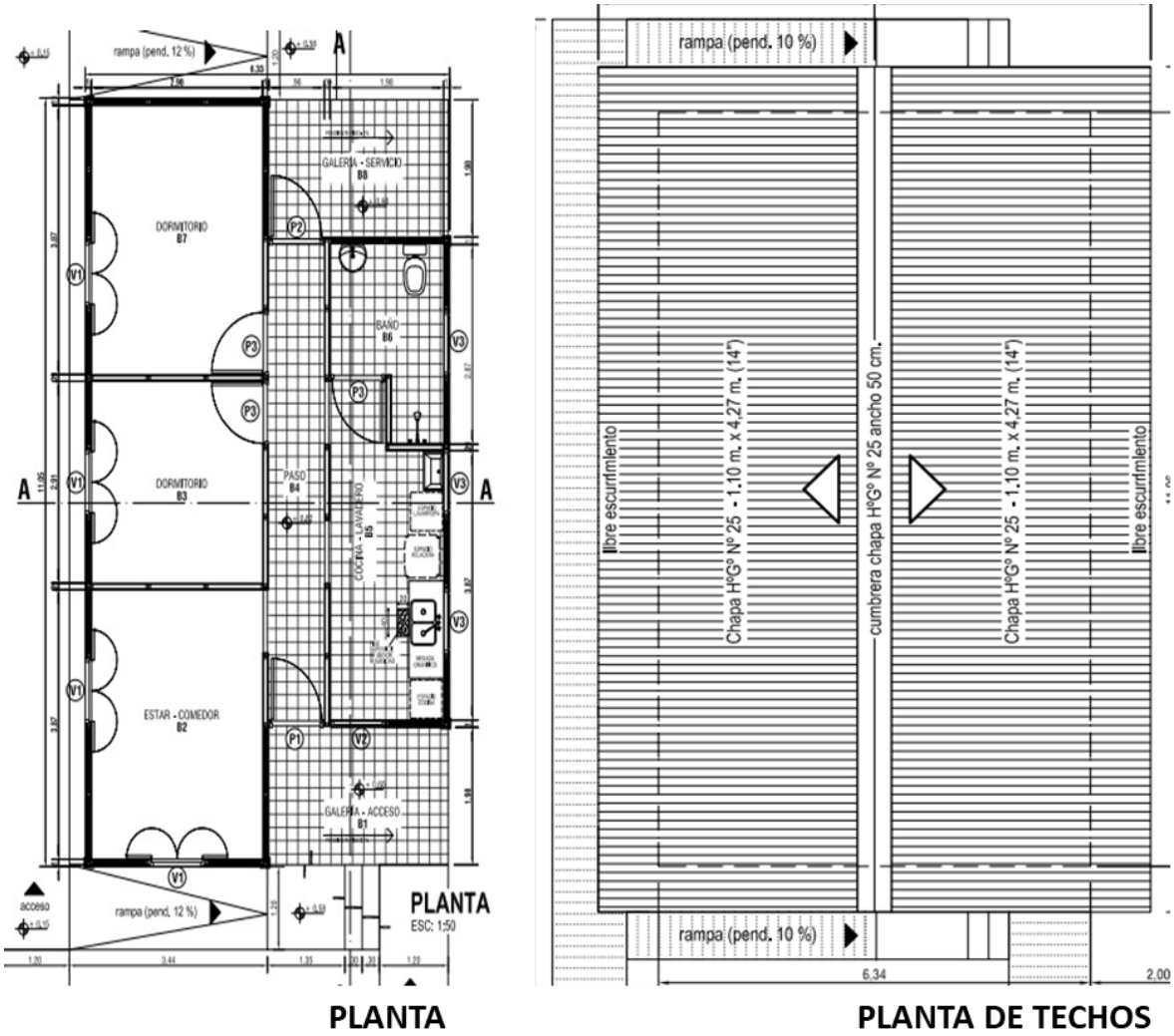



Figura 31:: Planta principal de vivienda en madera.
Fuente: Legajo técnico INVICO

Los datos generales del prototipo son:

**Destino**: vivienda unifamiliar.

**Superficie cubierta total**: 70.05 m².

**Superficie cubierta sin muros**: 63.91 m².

**Sistema constructivo**: entramado de madera y techos de chapa.

**Ubicación en terreno**: perímetro libre.

En la figura 32 se muestra una imagen renderizada de la futura vivienda.

Figura 32: Perspectiva de vivienda con perímetro libre.
Fuente: Legajo técnico Prototipo de INVICO.

La distribución de los locales surge del programa arquitectónico, posee: estar-comedor, cocina lavadero, baño, dos dormitorios, paso y espacios semicubiertos una galería de acceso y una galería de servicio, dicha planta fue ajustada para esta investigación en la que se respetaron las dimensiones y características intrínsecas definidas en el proyecto, como se puede ver figura 33, a la que se le añadió la orientación dato necesario para el desarrollo del estudio.

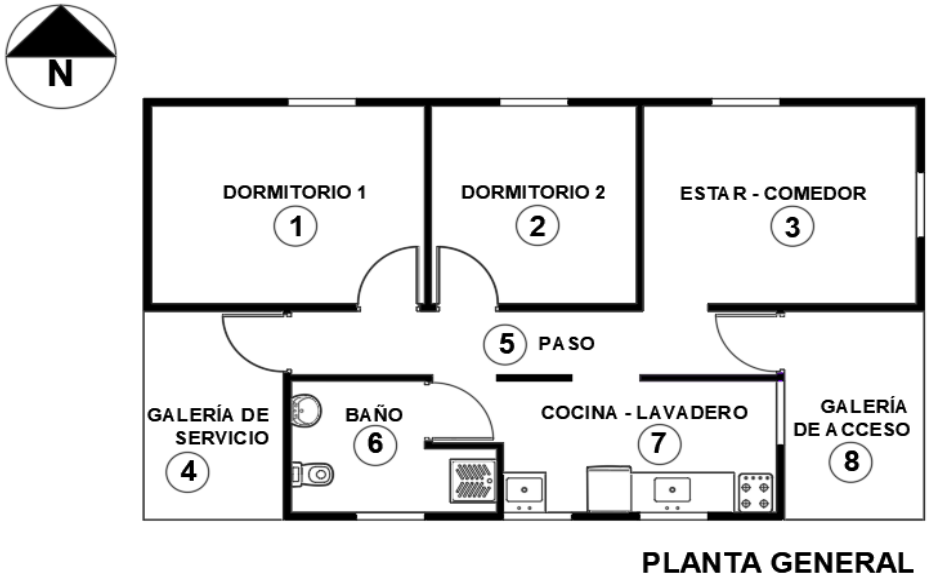



Figura 33: Planta principal de vivienda en madera.
Fuente: Elaboración propia, datos Legajo técnico INVICO.

De los planos, se pudieron extraer datos de las dimensiones de los locales, para la realización del cálculo de superficies, y verificación del cumplimiento de la normativa

Municipal, el Código de Edificación de la ciudad de Corrientes, (En el cálculo de las superficies no se incluyen los muros) ver Tabla 1.

Tabla 1. Superficie de locales de vivienda de madera

| **Prototipo de vivienda de madera** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Nº** | **Nombre de locales** | **Ancho (m)** | **Largo (m)** | **Superficie (m2)** |
| **1** | Estar-comedor | 2,98 | 3,87 | 11,53 |
| **2** | Dormitorio 1 | 2,98 | 2,91 | 8,67 |
| **3** | Dormitorio 2 | 2,98 | 3,87 | 11,53 |
| **4** | Cocina-Lavadero | 1,98 | 3,87 | 7,66 |
| **5** | Baño | 1,98<br>0,93 | 1,98<br>0,93 | 4,78 |
| **6** | Paso | 0,96<br>0,93 | 6,87<br>0,93 | 7,46 |
| **7** | Galería de acceso | 3,03 | 1,98 | 6,00 |
| **8** | Galería de servicio | 3,03 | 1,98 | 6,00 |
| | Superficie útil (total sin muros) | | | 63,64 |

Fuente: elaboración propia

En la figura 34, se aprecia la vista principal del prototipo en estudio donde se muestra además que el mismo se halla sobreelevada 60 cm del suelo y la rampa de acceso para sortear el desnivel.

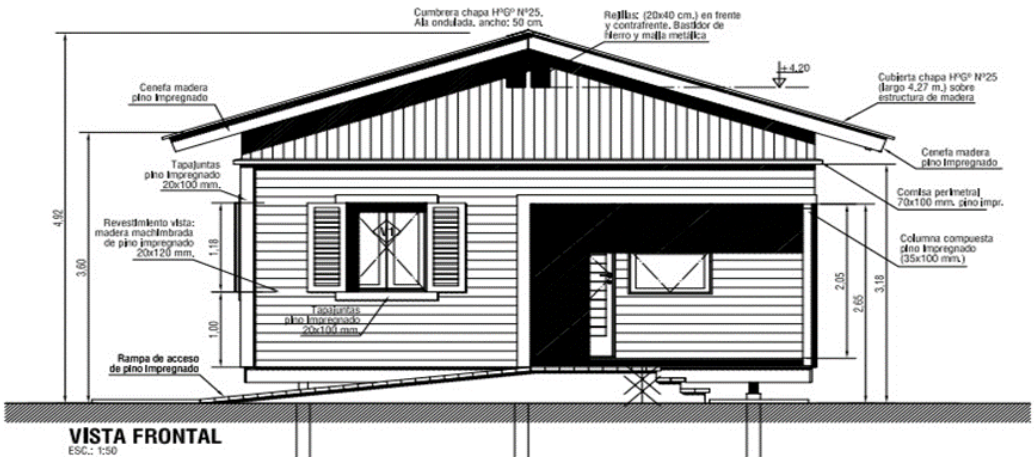



Figura 34: Fachada principal de vivienda de madera.
Fuente: Legajo técnico INVICO.

Nota: A los fines de esta investigación para lograr mayor equidad en el análisis comparativo, se lo considera en contacto con en terreno natural apelando al pliego de especificaciones técnicas que permiten la opción según se presente la necesidad de hacer contrapiso de hormigón.

## Descripción de la tecnología constructiva

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.

Los cerramientos verticales están conformados por bastidores pre-armados de piezas de pino impregnadas de 70 x 35 mm, poseen una estructura interna conformada por soleras de 70 x 70 mm sobre las que van clavadas las placas fenólicas de 15 mm de espesor a ambos lados. La aislación térmica de lana de vidrio de 50 mm de espesor con papel Kraft colocado hacia el interior, colocadas en paneles y tímpanos, con barrera de vapor (film de polietileno). La aislación hidráulica de membrana tipo “Tyvek o wichi”.

El revestimiento exterior será de tablas de pino perfectamente secados artificialmente en horno de 10% a 12%, libre de nudos flojos o saltadizos, rajaduras, el machimbrado tipo frente inglés o americano, de 20 mm de espesor y 120 mm de ancho, cepillado, colocados en forma horizontal, fijado con clavos espiralados zincados o galvanizados, cabeza pérdida. Los tímpanos llevarán cerramientos del mismo tratamiento y machimbre colocados en forma vertical. Al interior el revestimiento placa de yeso tipo “Durlock” (con opción a madera machimbrada de 12 x 120 mm de pino impregnado). Terminación interior y exterior: dos manos de sellador tapa poros fondo blanco, y la terminación dos manos de látex para interiores y exterior respectivamente.

El techo resuelto a dos aguas, conformado por la estructura principal con 10 medias cabreadas, que le dan la pendiente a este. Las cabreadas son de madera multilaminada impregnada, de sección 70 x 70 mm van unidos de dos en dos (las medias cabreadas) por medio de bulones de Ø12 mm. Una vez acopladas quedan preparadas para recibir las correas de madera con una escuadría de 50 x 100 mm. La cenefa de pino impregnado de 20 x 200 mm actúa de cierre. El cielorraso de madera machimbrada de 12 x 100 mm de pino impregnado (Ver Figura 35).

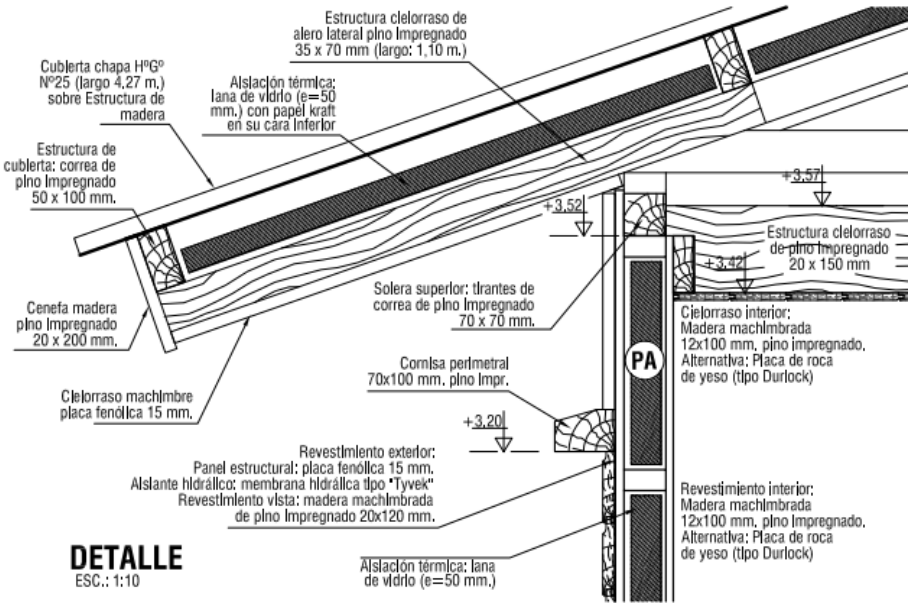



Figura 35: Detalle de encuentro de techo con muro y cielorraso.
Fuente: Legajo técnico INVICO

En la Figura 36 se puede apreciar la disposición de la estructura de techo, cada cabreada con una separación de 2,73 m.

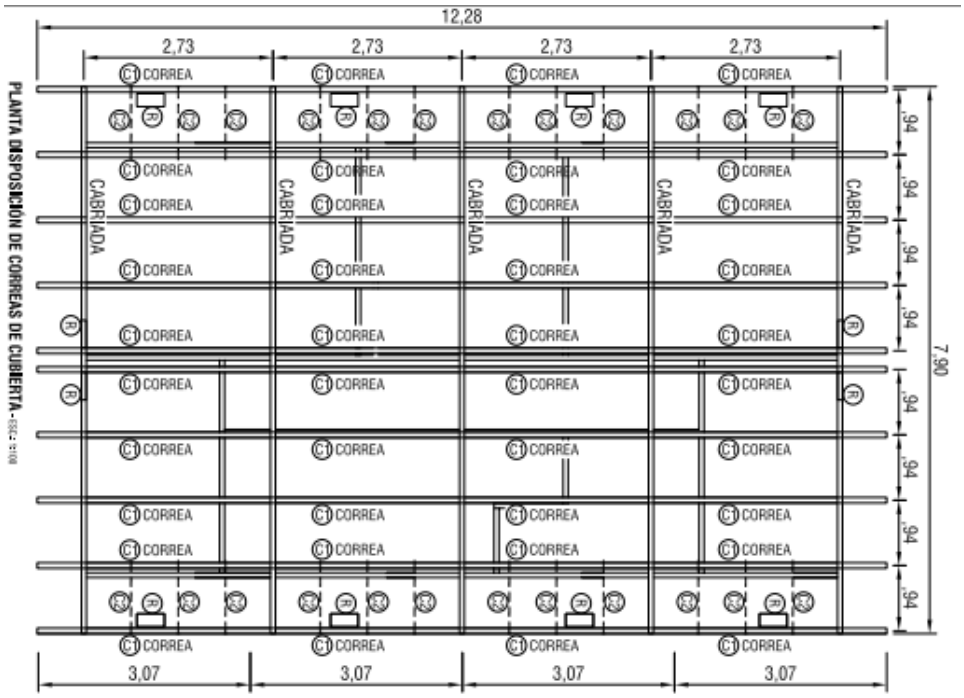



Figura 36: Planta de disposición de cabreadas armadas con dos medias cabreadas adosadas.
Fuente: Legajo técnico INVICO

Los pisos interiores y de acceso serán con baldosas cerámica esmaltada de alto tránsito elevado, grado IV. Colocadas con junta cerrada sobre carpeta de nivelación de 2 cm (dos centímetros), con mortero de cemento de proporción 1:3 (una parte de cemento y tres partes de arena), siendo ésta, impermeable con pasta hidrófuga 10 % de marca reconocida y aprobada por normas IRAM. Los pisos exteriores tanto la vereda perimetral, vereda de acceso y municipal, serán de cemento alisado, con una pendiente mínima de 1 cm por metro. (Ver Figura 37).

La instalación sanitaria, desagüe cloacal, y electricidad comprenden todos los trabajos necesarios conforme a lo establecido en pliego de especificaciones técnicas acompañados por el legajo con los planos técnicos:

- La provisión de agua es desde la red de agua potable, mediante conexión conforme a la reglamentación vigente.

- El desagüe de aguas servidas a colectora o en caso de no contar con red, se dispondrá de pozos absorbentes, con las cámaras correspondientes, cumplimentando las normativas que garanticen la evacuación de las aguas en forma correcta.

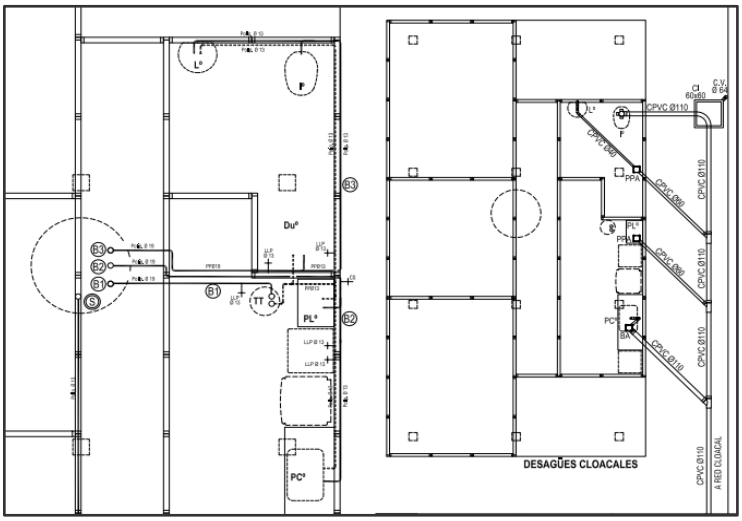



Figura 37: Instalación sanitaria: agua y cloacal.
Fuente: Legajo técnico INVICO

La instalación eléctrica será embutida, verificando las normas y reglamentos. Las bocas, todas excepto la N°10 según plano, se instalarán embutidas en el cielorraso. La boca 10 se instalará embutida en la pared y a 2,00m sobre el nivel de piso terminado. Todos los tomacorrientes serán dobles con polo a tierra. Serán montados a 50 cm desde el nivel de piso terminado, hasta la base de la caja acostada. Los tomacorrientes ubicados sobre mesada irán a 20 cm por encima de esta. Las cajas para las llaves se colocarán embutidas en la pared y a 1,20 m del nivel de piso terminado. El tendido de

cable subterráneo se hará en terreno natural, a una profundidad de 60 cm, sobre cama de arena y con protección mecánica mediante ladrillos o losetas.

## Prototipo de vivienda mampostería de ladrillos huecos

Los datos generales del prototipo son:

**Destino:** vivienda unifamiliar.

**Superficie cubierta total**: 70.05 m².

**Superficie cubierta sin muros**: 63.91 m².

**Sistema constructivo**: mampostería de ladrillos huecos y techos de chapa.

Ubicación en terreno: perímetro libre.

El prototipo denominado PT60 diseñado INVICO del cual se toma para esta investigación concretamente el sistema constructivo desarrollado para este, adaptando la planta del prototipo de madera para mantener las mismas características del programa arquitectónico y la superficie, verificando las prestaciones energéticas de los mismos. En la tabla 2, se realiza un racconto de las dimensiones de locales y el cálculo de superficie.

Tabla 2: Superficie de locales del prototipo de vivienda de mampostería de ladrillo huecos

| **Prototipo de vivienda de mampostería de ladrillo huecos** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Nº** | **Nombre de locales** | **Ancho (m)** | **Largo (m)** | **Superficie (m2)** |
| **1** | **Estar-comedor** | **2,98** | **3,87** | **11,53** |
| **2** | **Dormitorio 1** | **2,98** | **2,91** | **8,67** |
| **3** | **Dormitorio 2** | **2,98** | **3,87** | **11,53** |
| **4** | **Cocina-Lavadero** | **1,98** | **3,87** | **7,66** |
| **5** | **Baño** | **1,98**<br>**0,94** | **1,86**<br>**1,04** | **4,66** |
| **6** | **Paso** | **1,01**<br>**0,94** | **6,87**<br>**0,94** | **7,82** |
| **7** | **Galería de acceso** | **3,04** | **1,98** | **6,02** |
| **8** | **Galería de servicio** | **3,04** | **1,98** | **6,02** |
| | **Superficie útil (total sin muros)** | | | **63,91** |

Fuente: elaboración propia

## Descripción de la tecnología constructiva

La totalidad de los cerramientos verticales están resueltos con mampostería de ladrillos cerámicos de 18x18x25cm – 12x18x25 – 8x18x25 cm con mortero de asiento.

Las terminaciones de los muros con sus correspondientes revoques, según sean interiores o exteriores, con su debida aislación hidráulica. Al exterior revoque grueso fratasado sobre azotado hidrófugo. Al interior Jaharro fratasado sobre azotado hidrófugo.

Los revoques Interiores según se especifican en cada caso en los planos y planillas de locales: en Estar–Comedor, Dormitorios, Paso, lleva un jaharro fratasado, mortero constituido por 1/4 partes de cemento, 1 parte de cal aérea y 3 partes de arena mediana. Jaharro fratasado sobre azotado con hidrófugo: en baño, en todas las paredes, un azotado con mortero constituido por 1 parte de cemento y 3 partes de arena mediana con hidrófugo. En Cocina y Lavadero sólo bajo el revestimiento.

Exteriores: según las indicaciones de las planillas de locales, frentes, cortes, etc. Previamente a la ejecución del jaharro, se aplica sobre el muro con un espesor no menor a de 5 mm, un M.C. 1:3 (mortero de cemento) dosado con hidrófugo. El dosaje del revoque exterior: ¼ parte de cemento, 1 parte de cal aérea y 3 partes de arena mediana, ver figura 38.

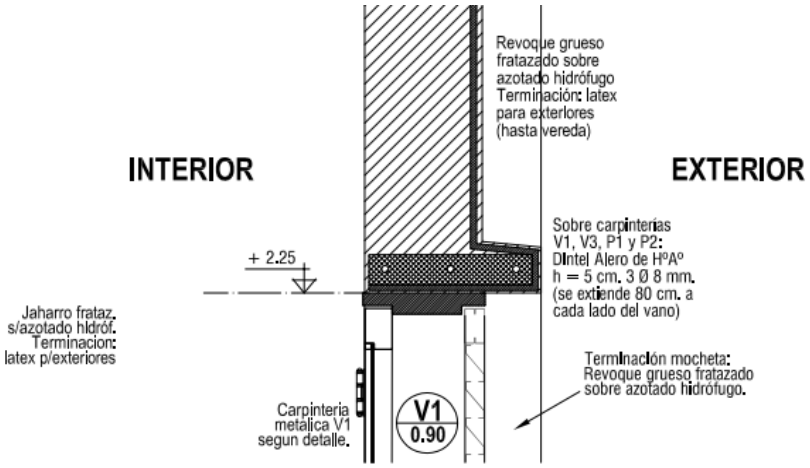



Figura 38: Detalle de encuentro de techo muro cielorraso. PT60.
Fuente: Legajo técnico INVICO

Los paramentos, exteriores e interiores llevan como acabados con pinturas látex con elección de una gama determinada de colores previstas en el pliego. En los sectores sanitarios, para preservar las superficies verticales y asegurar la higiene, se utiliza revestimiento cerámico.

Los pisos exteriores e interiores apoyan con su debida aislación sobre un contrapiso de H°P (hormigón pobre) con la opción de utilizar arena-cemento, con las debidas exigencias de fabricación en planta. En el interior, y para todos los ambientes, piso cerámico de alto tránsito, a excepción del baño, donde se utiliza cerámico antideslizante. Para todos los casos, con zócalos de idénticas características. En el exterior, la vereda de acceso, la perimetral y las rampas son de cemento rodillado con cordón de H°A° (Hormigón Armado). Este material permite la seguridad en la transitabilidad, sobre todo, en el caso del desplazamiento en silla de ruedas, para lo cual se dispuso en las rampas, tanto en el arranque como en la llegada una superficie de mayor rugosidad.

La cubierta es de chapa acanalada de CH°G° Nº 25, la cual apoya sobre una estructura metálica, correas tipo “C” BWG Nº16 dim. min. 100x50x15mm, sujeción con gancho bastón, arandela de neoprene tipo chupete y tuerca y una viga principal, con su correspondiente aislación térmica de Lana de vidrio e=2” con papel Kraft en la cara interior con soporte de malla sostén o cama de alambre. Terminación con canaleta de chapa HºGº Nº25, para recoger agua de lluvia. Cielorraso suspendido de placa de roca de yeso tipo Durlock (610x1200mm) asentadas sobre perfilería, con rejillas de ventilación de 15x30cm, ver figura 39.

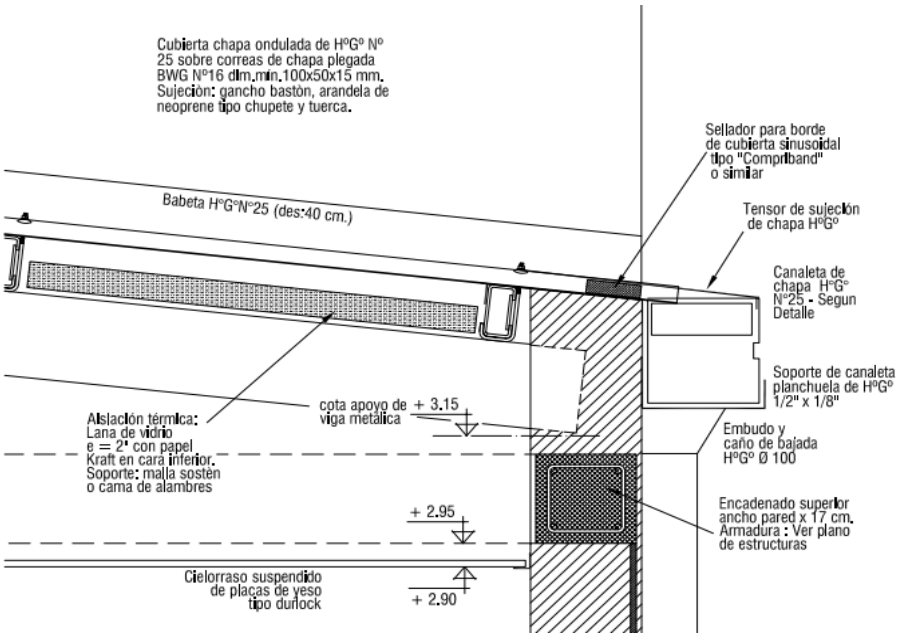



Figura 39: Detalle de encuentro de techo muro cielorraso. PT60.
Fuente: Legajo técnico INVICO

Las carpinterías son de aluminio con marco de chapa doblada BWG N°18 el cual tiene un ancho de 200 mm. Las puertas exteriores, con hoja de chapa con ancho de 0,90 m, siendo la puerta de frente y la de contrafrente, con hoja tipo tablero de chapa doblada BWG N°18 y una terminación de dos manos de esmalte sintético. Las puertas interiores, son de placa de 44 mm de espesor, doble contacto con bastidor de 30 % y tablero MDF 5,5 mm. Se prevé para casos que sea necesario adaptarlas para personas con discapacidad motriz la colocación de puertas en un dormitorio y el baño con accionamiento exterior manija modular y accionamiento interior barral antipánico tipo Kallay push para salida de emergencia.

Las ventanas para dormitorios y estar comedor, son de aluminio, batientes de dos hojas interiores, celosías hacia el exterior. Las ventanas para cocina, lavadero y baño, de aluminio proyectante con vidrio de 3mm, sin protección. Al finalizar la colocación de las carpinterías de aluminio, se impermeabilizan siempre del lado exterior mediante la aplicación de sellador con silicona acética para rellenar por completo el intersticio dejado entre los marcos de las carpinterías y el premarco amurado en los vanos de las mamposterías, estos vanos estarán completamente finalizados, revocados y pintados con dos manos de esmalte sintético.

Así mismo, las ventanas y puertas del prototipo, cuentan con dispositivos de cómodo accionamiento para cualquier persona. Las mismas, cumplen con las normativas de ofrecer niveles de ventilación e iluminación adecuadas a cada ambiente.

La instalación sanitaria, desagüe cloacal, y electricidad comprenden todos los trabajos necesarios conforme a las reglas del arte:

- La provisión de agua es desde la red de agua potable, mediante conexión conforme a la reglamentación vigente.

- El desagüe de aguas servidas a colectora o en caso de no contar con red, se dispondrá de pozos absorbentes, con las cámaras correspondientes, cumplimentando las normativas que garanticen la evacuación de las aguas en forma correcta.

- La instalación eléctrica será embutida, verificando las normas y reglamentos.

## Definición de Sistema de Estudio

En el presente apartado se realiza la descripción y análisis de los datos de los prototipos seleccionados para esta investigación, utilizando como procedimiento la propuesta metodológica del Etiquetado de viviendas, por medio del aplicativo

informático online para la calcular el IPE (Índice de Prestaciones Energéticas) de los mismos.

En el Manual de Aplicación Práctica para Certificadores del Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas permite la carga de datos de un prototipo para poder obtener el IPE. Además, se define al prototipo como una entidad genérica de base que puede corresponder a una vivienda tipo, y consiste en el conjunto de elementos que definen las características técnicas de la misma y que, junto con sus instalaciones, determinan su comportamiento energético.

Así mismo, un prototipo no posee una ubicación geográfica, ni caracterizaciones del terreno y de las ventilaciones; por ende, no puede ser procesado en sí mismo para su evaluación. Sin embargo, una vez que se cuenta con un prototipo completamente definido, basta con generar un anteproyecto para obtener el diagnóstico energético correspondiente, realizado en este trabajo, localizando a dichos prototipos en la ciudad de Corrientes sin llegar a asociarlo a un inmueble específico, pero si la documentación técnico-constructiva como sustento para la presente investigación.

Una vez superada la etapa de definición de los Sistemas de Estudio, se procedió a la carga de datos de los dos prototipos en el mencionado aplicativo, para obtener la información necesaria para la comparación entre ambos. Una vez completada la información se hizo el traspaso de los prototipos a la categoría de anteproyectos para el procesamiento de datos y evaluación de resultados.

El análisis para la definición del sistema de estudio se divide en seis (6) pasos:

## Paso 1. Identificación de ambientes y espacios

El primer paso para el análisis consiste en realizar la identificación de ambientes y espacios que integran la totalidad del prototipo, en este caso, se lo considera aislado con perímetro libre, donde no existen edificaciones linderas.

Los ambientes identificados, que se pueden observar en la figura 40 son:

1. Dormitorio 2
2. Dormitorio 1
3. Estar - comedor

4. Paso
5. Baño
6. Cocina – lavadero

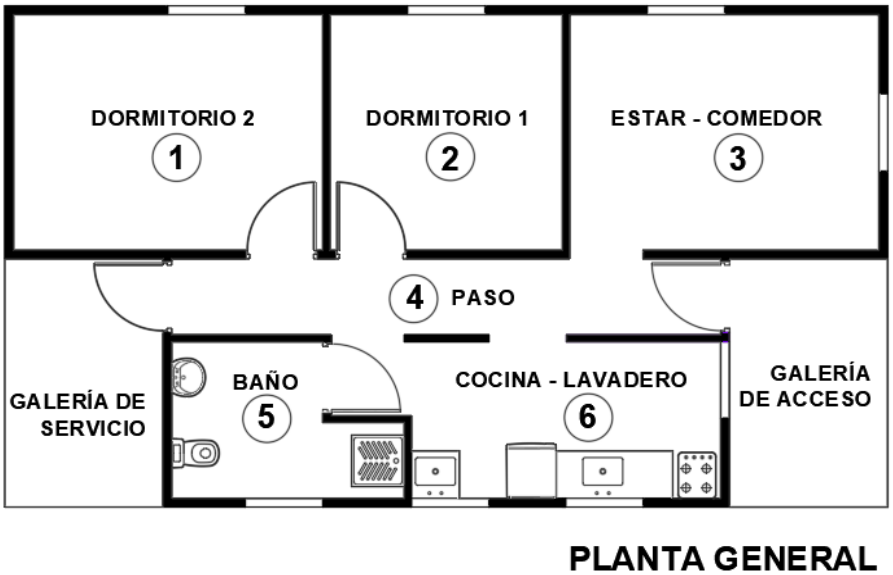



Figura 40: Primer paso: Identificación de ambientes y espacios.
Fuente: Elaboración propia.

La galería de acceso y la galería de servicio que son espacios semicubiertos que forman parte del prototipo, a los fines de este análisis, se las considera como parte del entorno. Es importante definir las adyacencias que conforman el entorno del mismo, pues estas condicionan el intercambio térmico de la edificación con el exterior.

## Paso 2. Clasificación de ambientes y espacios

En una segunda instancia y, siguiendo con el procedimiento se realizó la clasificación de ambientes y espacios definidos en el paso anterior.

Se identificaron los siguientes Ambientes Climatizados (AC): Estar - comedor, Dormitorio 1, Dormitorio 2, Paso, Baño, Cocina - lavadero. Las dos galerías existentes que, como ya se explicó con anterioridad, a pesar de ser espacios semicubiertos propios de la vivienda, serán considerados parte del entorno y clasificados como exterior, lo cual se aprecia en la figura 41. El aplicativo dice que: esto corresponde a todos los sectores de la vivienda que presenten esta característica, independientemente de la función que cumplan, pudiendo ser lavaderos, garajes, quinchos, galerías abiertas en general, o incluso balcones.

Figura 41: Segundo paso: Clasificación de ambientes y espacios.
Fuente: Elaboración propia.

Otra información necesaria para la carga de datos son las superficies de cada AC, las cuales se hallan definidas en la Tabla 3, donde, además, se realiza el cálculo del total de la superficie descontados los muros.

Tabla 3. Superficie de AC del prototipo

| AMBIENTES CLIMATIZADOS (AC) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Nº** | **Nombre de cada AC** | **Ancho (m)** | **Largo (m)** | **Superficie (m2)** |
| **1** | **Dormitorio 1** | **2,98** | **3,87** | **11,53** |
| **2** | **Dormitorio 2** | **2,98** | **2,91** | **8,67** |
| **3** | **Estar-comedor** | **2,98** | **3,87** | **11,53** |
| **4** | **Baño** | **1,98**<br>**0,93** | **1,98**<br>**0,93** | **4,78** |
| **5** | **Cocina-Lavadero** | **1,98** | **3,87** | **7,66** |
| **6** | **Paso** | **0,96**<br>**0,93** | **6,87**<br>**0,93** | **7,46** |
| | **Superficie útil (total sin muros)** | | | **51,63** |

Fuente: elaboración propia

## Paso 3. Definición de la zona térmica (ZT)

Una vez clasificados los AC se procedió a la definición de la ZT, teniendo en cuenta el agrupamiento de los ambientes. En este caso se consideró pertinente la definición de una sola zona térmica, ya que la normativa lo recomienda. En la figura 42 se observa lo que abarca la totalidad de la zona térmica.

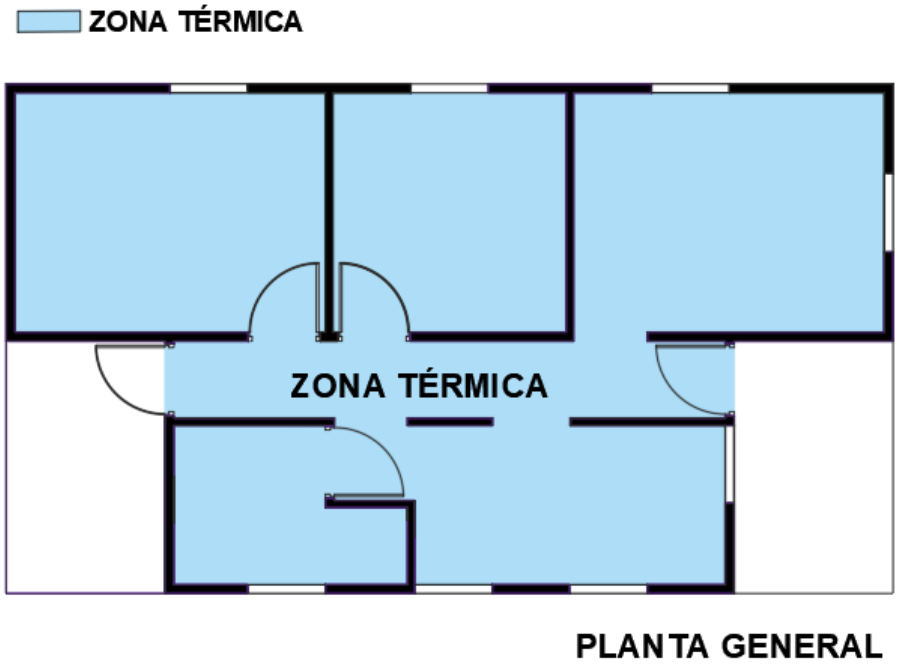



**Figura 42: Tercer paso: Definición de zona térmica.**
**Fuente: Elaboración propia.**

Es así, que la zona térmica queda integrada por los ambientes climatizados que la componen y por los elementos constructivos divisorios de ambientes interiores de la vivienda. A los fines de este análisis, se toman los lineamientos del aplicativo donde se sugiere que todo el volumen de aire y los elementos constructivos contenidos en el interior de una zona térmica, se encuentran en equilibrio térmico, y pueden ser representados por un punto climatizado a la temperatura de confort.

## Paso 4. Reconocimiento de la Envolvente Térmica (ET)

En este cuarto paso, se realiza el reconocimiento de la Envolvente Térmica (ET) de la zona térmica de la vivienda, definidas en el paso anterior. En la figura 43, se puede ver que los muros que dan al exterior componen la ET del prototipo.

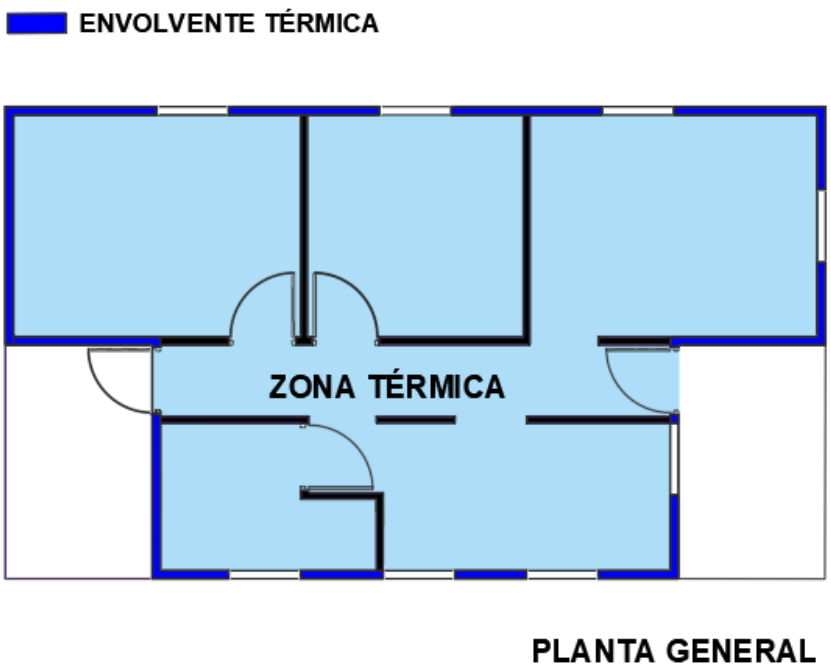



**Figura 43:** Cuarto paso: reconocimiento de la envolvente térmica.
Fuente: Elaboración propia.

## Paso 5. Identificación de los elementos de la envolvente térmica

En este paso, se identificaron los elementos constructivos de la envolvente térmica, los cerramientos verticales: Muros de la zona térmica definida con anterioridad, como se muestra en la figura 44. Para la definición se tuvo en cuenta la homogeneidad del paramento, su orientación y su adyacencia con el exterior.

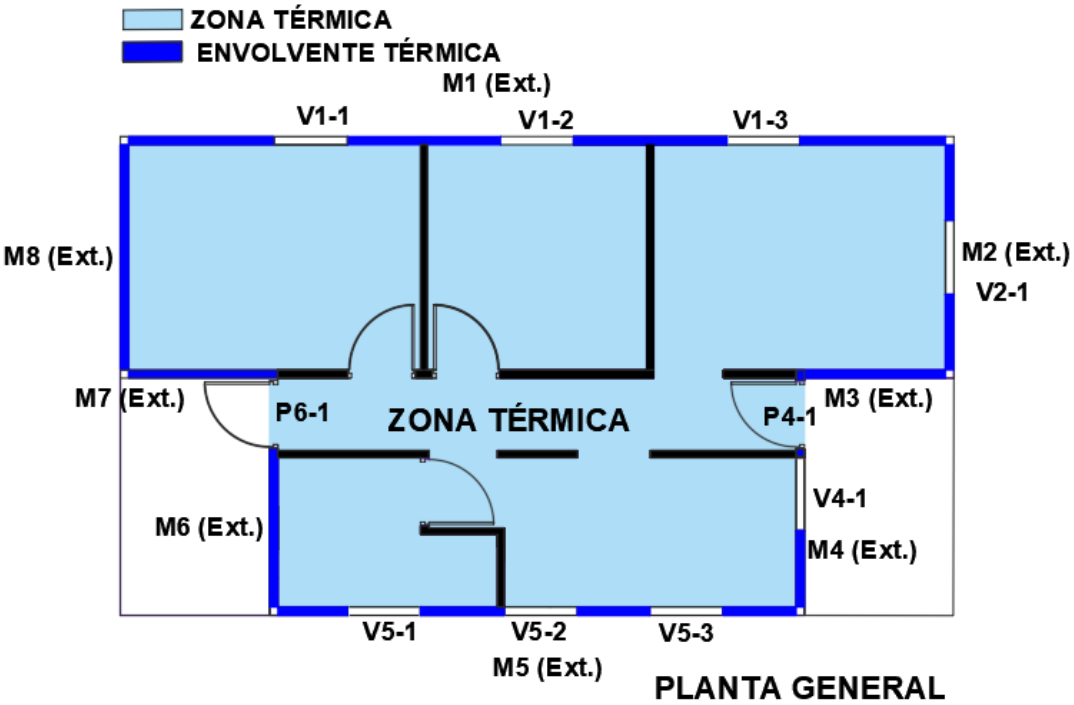



**Figura 44: Definición de elementos constructivos de la envolvente térmica. MUROS.**
**Fuente: Elaboración propia.**

Del análisis surgieron ocho (8) elementos constructivos de la envolvente térmica con características específicas y se tuvieron en cuenta las carpinterías insertas en cada uno. Se realizó la nomenclatura de los muros con una M y la enumeración de los mismos dando como resultado el expuesto en la tabla 4, donde se exponen además de las aberturas que contienen, las dimensiones de cada elemento y la orientación.

**Tabla 4: Elementos constructivos de la envolvente térmica. Muros.**

| Elementos constructivos | Dimensiones (m) | Cantidad de carpinterías por elemento constructivo | Orientación |
|---|---|---|---|
| M1 | 10.83 | 3 ventanas | Norte |
| M2 | 2.98 | 1 ventana | Este |
| M3 | 1.87 | ciego | Sur |
| M4 | 3.03 | 1 ventana y 1 puerta | Este |
| M5 | 6.87 | 2 ventanas y 1 ventiluz | Sur |
| M6 | 3.03 | 1 puerta | Oeste |
| M7 | 1.87 | ciego | Sur |
| M8 | 2.98 | ciego | Oeste |

Fuente: Elaboración propia

Las aberturas también son elementos de la envolvente térmica que deben ser identificados como tales, y para ello, se las contabilizó y se le asignó una numeración asociada a la del elemento murario que la contiene, esto se expone en la figura 45 a continuación.

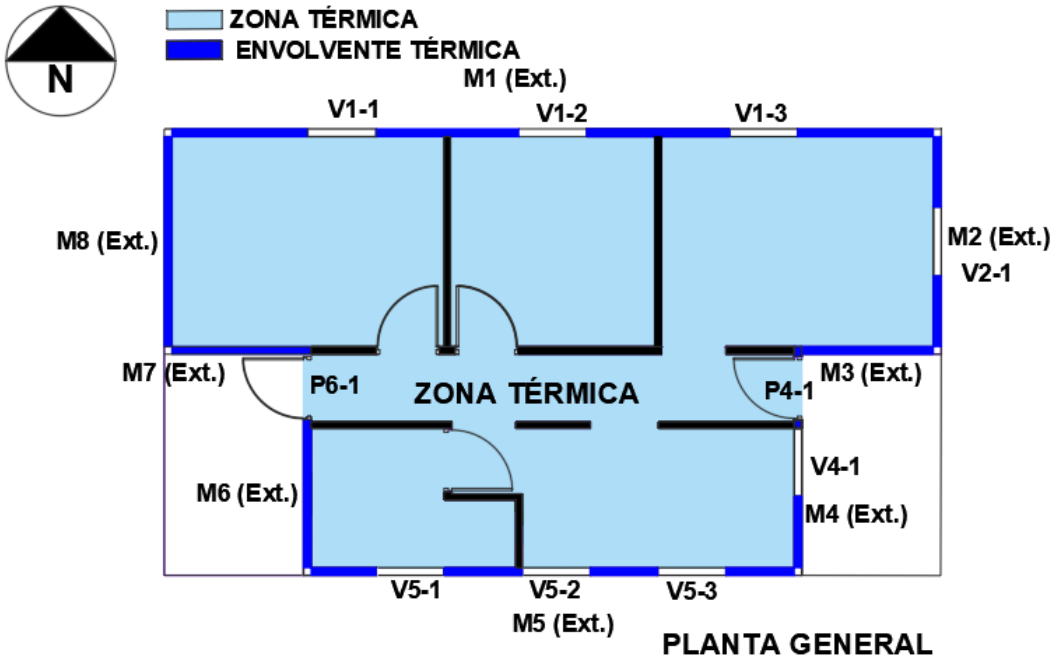



**Figura 45: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. MUROS y ABERTURAS.**
**Fuente: Elaboración propia.**

Seguidamente, se procedió a la identificación de los elementos de la cubierta que se halla constituida por faldones a dos aguas adyacentes al exterior. Y se determinó una orientación del prototipo cuya fachada principal al Este, y los diferentes faldones del techo estarán expuestos uno hacia Norte y el otro al Sur respectivamente. Ver figura 46.

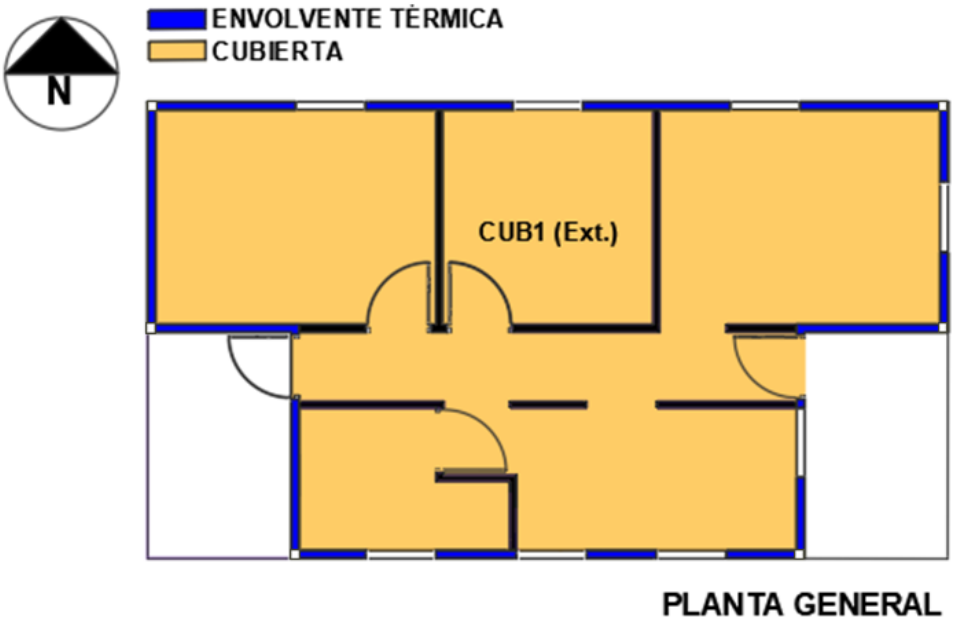



**Figura 46: Identificación de los elementos térmicos. CUBIERTAS.**
**Fuente: Elaboración propia.**

Por último, se procedió a identificar los elementos del solado que se consideraron como un elemento térmico de composición homogénea en toda su extensión y su adyacencia al terreno, para este análisis, considerándose una superficie de 53,70 m². Ver figura 47.

Figura 47: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. SOLADOS.
Fuente: Elaboración propia.

## Paso 6. Identificación de los elementos internos de la zona térmica

El sexto paso del procedimiento para la definición del sistema de estudio consiste en la identificación de los elementos internos de la zona térmica definida, para lo cual se utilizó un diagrama de flujo provisto en el instructivo para el etiquetado descrito en el capítulo 3. Se considera que todos los elementos constructivos internos presentan una única composición a lo largo de su extensión.

De la revisión realizada se definieron cinco (5) elementos divisorios internos de la zona térmica con características concretas y se tuvieron en cuenta las carpinterías y vanos incorporados en cada caso. Se determinó la nomenclatura Mi (Muros internos) y la enumeración correlativa de los mismos. Los Mi con la misma conformación en toda su extensión y con límites iguales, se sumaron su longitud y se los considera como uno (1) solo elemento con las carpinterías correspondientes (ver figura 48). De igual manera, en cuanto a las aberturas contenidas en los muros internos, interesa únicamente el área de vano y no la composición de las mismas, cuya masa se considera despreciable a los fines del almacenamiento de energía.

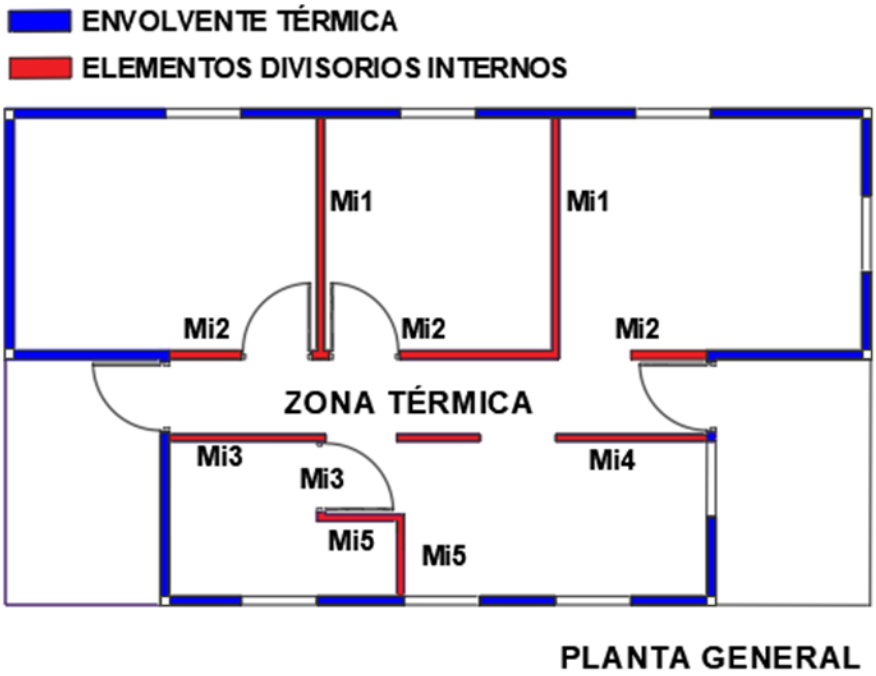



**Figura 48:** Identificación de los elementos internos de la zona térmica.
Fuente: Elaboración propia.

Los datos de dimensiones se volcaron en la tabla 5, en la cual se puede observar también las carpinterías y vanos contenidos en los mismos.

Tabla 5: Elementos internos de la zona térmica.

| Elementos internos | Dimensiones (m) | Cantidad de carpinterías por elemento interno |
|---|---|---|
| **Mi1** | **5.96** | **ciego** |
| **Mi2** | **6.87** | **3 puerta** |
| **Mi3** | **2.83** | **1 puerta** |
| **Mi4** | **4.91** | **2 vanos** |
| **Mi5** | **1.89** | **ciego** |

Fuente: Elaboración propia

## Carga de datos

Se cargaron las características del Sistema de estudio iguales para ambos prototipos, en una primera instancia los Ambientes Climatizados (AC), siguiendo con la envolvente térmica dividida en 8 muros, teniendo en cuenta las carpinterías y orientaciones en cada caso. De igual manera se cargaron el techo como elemento superior y el piso como inferior con las especificaciones individuales. Los elementos divisorios interiores en 5 muros según particularidades, teniendo en cuenta los vanos y carpinterías en cuanto a sus superficies, ya que no se consideran aportes significativos.

La carga se diferenció en ambos prototipos en las características tecnológicas, diferencias de materiales constructivos y espesores de muros, los cuales se definieron al describir cada uno en particular, actividad realizada con anterioridad.

### Viviendas de madera

Los datos solicitados para la creación del anteproyecto en el aplicativo es la localización geográfica, de esta manera lo ubica en zona bioclimática correspondiente en este caso a Corrientes que le corresponde la Zona bioambiental Ib. También se definió el tipo de ventilación que posee el prototipo, una ventilación simple ya que la mayoría de los locales no poseen ventilación cruzadas y el dato de altura a cielorraso que se tomó 2,70 m para ambos casos. La fig.49 muestra los datos del anteproyecto del prototipo de vivienda de madera al cual el aplicativo le asigna un número de identificación en este caso APY000015022.

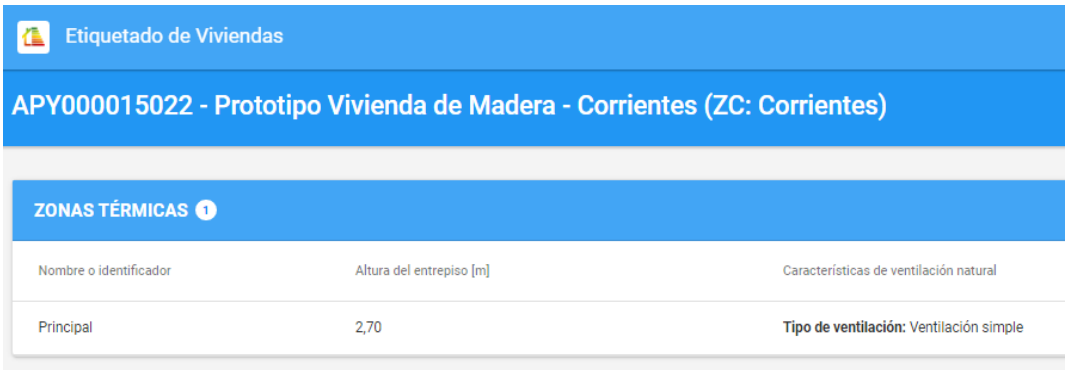



Figura 49: Identificación de anteproyecto del prototipo de vivienda en madera.
Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En la figura I del Anexo A se pueden apreciar los datos ingresados del prototipo de vivienda tales como, los AC definidos con anterioridad y la superficie, altura, terminación interior, potencia de iluminación y sistemas de control en cada uno de los ambientes.

Se realizó la carga de la información analizada en la Identificación de los elementos de la ET en el apartado anterior, con la incorporación de los ocho muros definidos en el Paso 5 y los datos de longitud en planta de cada uno, altura a cielorraso, solución constructiva, consideración de puente térmico, adyacencia con el exterior, orientación en la que se encuentra, superficie de terminación externa. En la figura II del Anexo A, se exponen los datos ingresados al aplicativo.

De igual manera, se realizó la carga de la información analizada en la Identificación de los elementos de la ET, con la incorporación de los dos faldones de techo definidos en el Paso 5 y los datos de superficie de cada uno, la inclinación, la solución constructiva, consideración de puente térmico, adyacencia con el exterior, orientación en la que se encuentra y superficie de terminación externa del techo y las características del elemento piso, expuestos en la figura III del anexo A.

En el paso 5 de identificación de los elementos de la ET, se definieron las aberturas y vanos incluidos en los muros donde el aplicativo solicitaba el área de cada uno, además de la superficie transparente (en caso de que existiera), el material tanto opaco como transparente y el mismo sistema se encargaba de calcular el área opaco y el factor de marco. También, se solicitaba la longitud total de juntas, el tipo de accionamiento, el estado y la protección móvil exterior (postigones o celosías, si las hubiera) de dichas aberturas. La figura IV del anexo A muestra una síntesis de todos los datos expuestos.

Aquí, se definieron también los muros internos y la longitud en planta de los “Mi” definidos, altura a cielorraso, área de huecos (se tomó área de vano y aberturas) en cada caso), y la solución constructiva, ver figura V del anexo A.

Otros de los ítems a cargar en el aplicativo fueron los obstáculos tanto superiores como laterales, que en este caso se consideraron a las galerías de acceso y de servicio, las cuales son consideradas para la definición de ambientes, como parte del exterior, ver figura VI del anexo A.

Los datos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS). Para el caso de calefacción y refrigeración se consideró Aire acondicionado Split frio-calor etiqueta A de 2500 kcal/h para el dormitorio 1 y para el estar-comedor que son de igual superficie, y de 2000 kcal/h para el dormitorio 2 de superficie menor. En el caso de ACS se determinó un termotanque eléctrico de 1000 kcal/h, ver figura VII del anexo A.

## Viviendas de mampostería de ladrillos huecos

La fig.50 muestra los datos del anteproyecto del prototipo de vivienda de mampostería de ladrillos huecos al cual le fue asignado el número de identificación APY000015023.

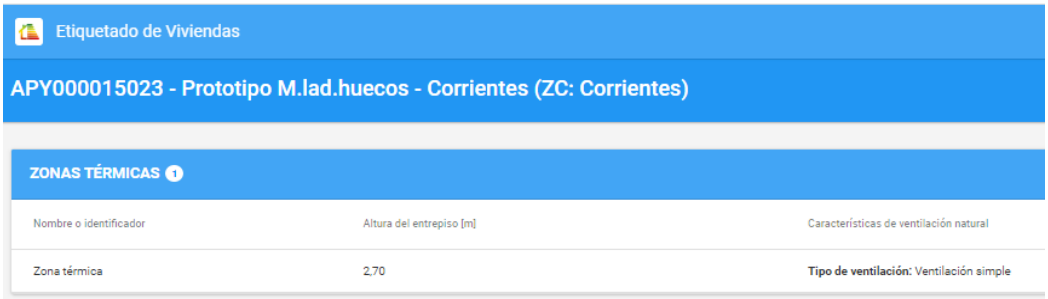



Figura 50: Identificación de anteproyecto del prototipo de vivienda en ladrillos huecos.
Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En la figura VIII del Anexo A se aprecia una captura de pantalla con los datos ingresados del prototipo de vivienda de ladrillos huecos, los Ambientes Climatizados y la superficie, altura, terminación interior y datos sobre potencia de iluminación y sistemas de control en cada uno de los ambientes.

La carga de la información analizada en la Identificación de los elementos de la ET, con los ocho muros definidos en el Paso 5 y los datos de longitud en planta de cada uno, altura a cielorraso, solución constructiva, consideración de puente térmico, adyacencia con el exterior, la orientación definida y la superficie de terminación externa. En la figura IX del Anexo A, se exponen dichos datos.

La Identificación de los elementos de la ET Cubierta, se cargaron dos faldones de techo y la superficie de cada uno, la inclinación, la solución constructiva, consideración de puente térmico, adyacencia con el exterior, orientación en la que se encuentra y superficie de terminación externa del techo y también las características del elemento Piso, ver figura X del anexo A.

Asimismo, se cargaron las aberturas de aluminio, especificadas con anterioridad, y vanos incluidos en los muros, con las áreas respectivas, además de la superficie transparente (en caso de que existiera), el material tanto opaco como transparente y el mismo sistema se encargaba de calcular el área opaco y el factor de marco. También, requería la longitud total de juntas, el tipo de accionamiento, el estado y la protección móvil exterior (postigones o celosías, si las hubiera) de dichas aberturas. La figura XI del anexo A muestra una síntesis de todos los datos expuestos.

Como parte de la ET, se cargaron los muros internos con su longitud en planta, altura a cielorraso, área de huecos (se tomó área de vano y aberturas) en cada caso, y la solución constructiva, ver figura XII del anexo A.

Otros de los ítems a cargar en el aplicativo son los obstáculos superiores y laterales, para ello se tomaron las galerías de acceso y de servicio, ver figura XIII del anexo A.

Los datos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS). Para el caso de calefacción y refrigeración se consideró Aire acondicionado Split frio-calor etiqueta A de 2500 kcal/h para el dormitorio 1 y para el estar-comedor que son de igual superficie, y de 2000 kcal/h para el dormitorio 2 de superficie menor. En el caso de ACS se determinó un termotanque eléctrico de 1000 kcal/h, ver figura XIV del anexo A.

## Procesamiento de datos y evaluación de resultados

### Viviendas de madera

De las características técnicas de la vivienda, cargadas en el aplicativo para Etiquetado de viviendas, surgen los datos calculados automáticamente por éste, dicha información se puede ver en figura I en el anexo B. Tales como:

- El área de la envolvente es 194,97 m2, es el resultado de la suma de las superficies internas de los elementos de la envolvente que separan la ZT del ambiente exterior.
- El volumen total climatizado es 140,05 m3, corresponde a la superficie útil de la zona térmica por la altura al cielorraso.
- La relación área de la envolvente (S)/volumen (V) total climatizado arroja un total: 1,39 m2/m3. El factor S/V es un ‘‘factor de forma’’, que permite comprender gran parte de la eficiencia energética de una vivienda: para edificios poco compactos la relación S/V es alta, mayor área de envolvente, mayores pérdidas y en edificios muy compactos la relación S/V es baja, a menor área de envolvente, menores pérdidas.
- El factor de intercambio térmico (btr) al que se arriba para el caso de vivienda en madera es de 0.73 lo caracteriza el intercambio de la envolvente con el ambiente exterior. Es un factor, ponderado por áreas, que de alguna manera mide el grado de exposición de la vivienda. Un btr entre 0,60 y 0,80 es típico de viviendas unifamiliares, por lo que se verifica que se halla dentro de los parámetros normalizados.
- Transmitancia media (Km), es el promedio ponderado por área, de las transmitancias, para cada tipo de elemento de envolvente térmica. Para el caso de cubierta, solo se muestra el valor si el elemento es adyacente al exterior; mientras que, para solado, solo si el elemento es adyacente al terreno o al exterior.

En la tabla 6 se expone una síntesis de los resultados de Km, datos extraídos de la figura I en el anexo B. Los Km para muros de vivienda de madera es de 0,62 W/m²K verifica las condiciones de confort para verano en el Nivel B con valor máximo: 1,10 W/m²K, estipuladas en la Norma IRAM 11605 para las zonas bioambientales I y II; Km; cubierta = 0,33 W/m²K menor a Nivel B (0,45 W/m²K) valor máximo para condiciones de verano para muros recomendado para Zona II; Km; aberturas= 2,85 W/m²K menor a 4,00 W/m²K exigido en Norma IRAM 11507-4 Carpinterías de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores. Parte 4 requisitos complementarios y aislación térmica.

Tabla 6: Transmitancia térmica media vivienda de madera.

| **Vivienda de madera** | **Transmitancia media (Km)** |
|---|---|
| Paredes | 0,62 W/m²K |
| Cubierta | 0,33 W/m²K |
| Piso | 0,75 W/m²K |
| Aberturas | 2,85 W/m²K |

Fuente: Elaboración propia

El Coeficiente Global de Intercambio Térmico (H) de la vivienda de madera, para invierno es 151 W/K y para verano es 242 W/K, ver figura 51.

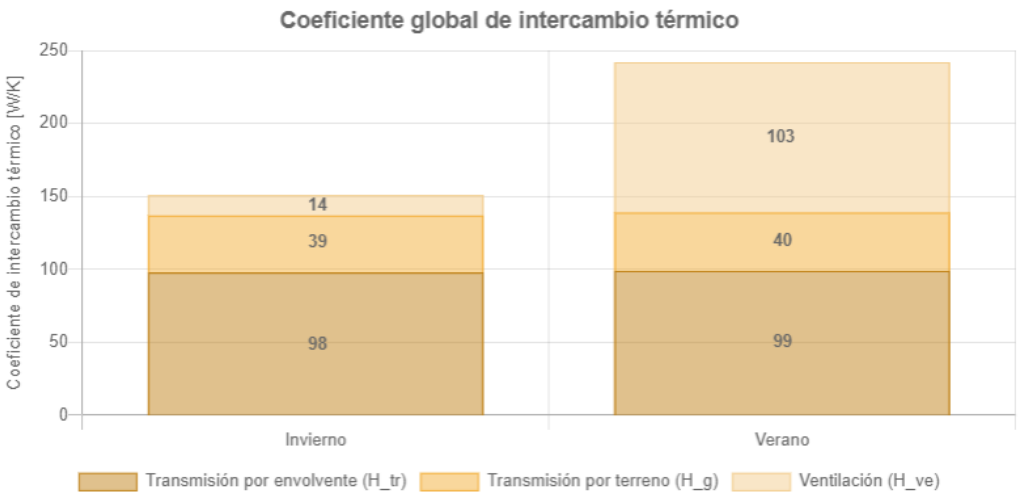


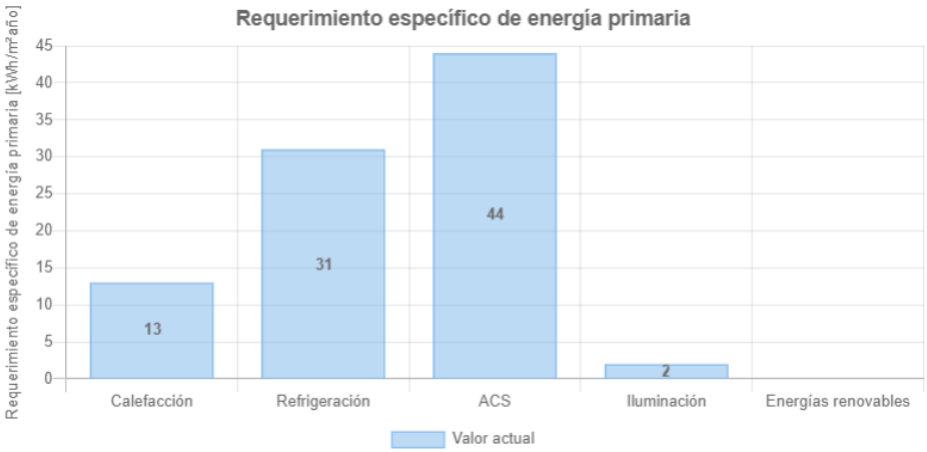

Figura 51: Coeficiente global de intercambio térmico de vivienda en madera.
Transmisión por envolvente terreno y ventilación. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En la figura 52 se puede observar el resumen de requerimientos específicos de energía de la vivienda de madera; es decir, el requerimiento de energía útil, primaria para satisfacer las necesidades de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación, durante un año y por metro cuadrado de superficie de la vivienda. Además, aparece la contribución específica de energías renovables, que en este caso no presenta definición alguna. Los datos detallados se pueden ver en el cuadro de prestaciones energéticas que muestra la figura II ubicada en el anexo B del presente trabajo donde también se encuentra el valor del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) igual a 89 (ver tabla 7).

**Tabla 7:** Transmitancia térmica media vivienda de madera.

| Ítem | Valor |
|---|---|
| **Índice de Prestaciones Energéticas (IPE)** | **89** |

Fuente: Elaboración propia




.

**Figura 52:** Requerimiento específico de energía primaria de vivienda en madera. Calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria (ACS). Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En la figura 53 se muestran un detalle de requerimientos específicos de energía secundaria un total de 1398 KWh/año para la mencionada vivienda. Se indica el valor para calefaccionar en invierno, refrigerar en verano, producción de agua caliente sanitaria, iluminación, y la suma total. (Ver el cuadro de Requerimiento de energía secundaria que muestra la figura III ubicada en el anexo B).

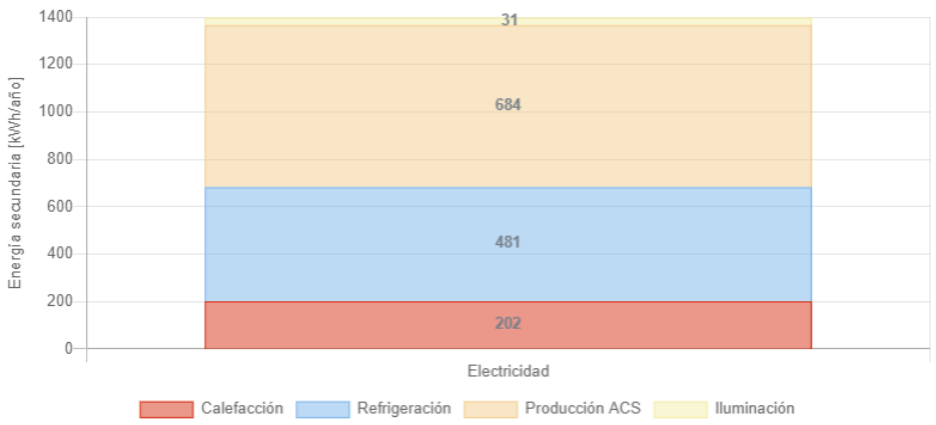



**Figura 53:** Requerimiento específico de energía secundaria de vivienda en madera. Calefacción, refrigeración, ACS, iluminación. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En la figura 54 se aprecia los requerimientos energéticos de calefacción para los meses de invierno considerados. Así como las pérdidas térmicas totales por transmisión, radiación a la bóveda y ventilación en el mismo periodo y el aprovechamiento de los aportes térmicos gratuitos.

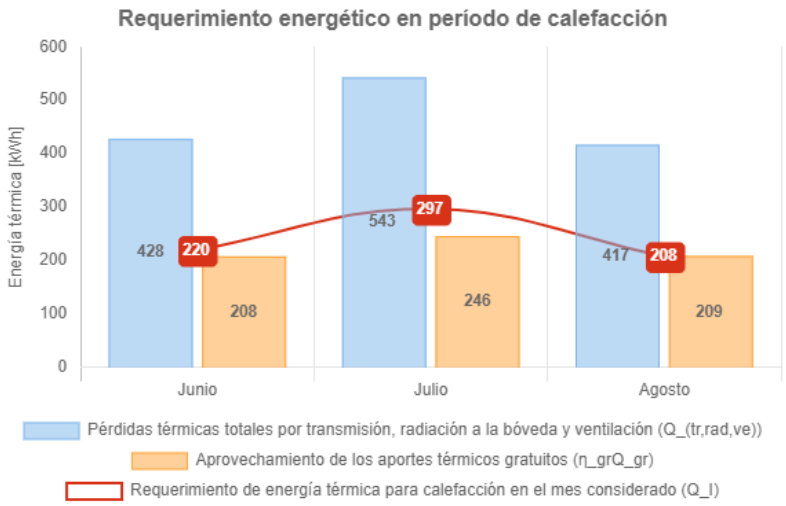



**Figura 54:** Requerimiento energético en periodo de calefacción. Vivienda en madera. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

La figura 55 presenta los requerimientos energéticos en período de refrigeración abarcando los meses de verano, siendo más alta en el mes de enero que es el más caluroso. Así como el aprovechamiento de las dispersiones térmicas totales y los aportes térmicos gratuitos.

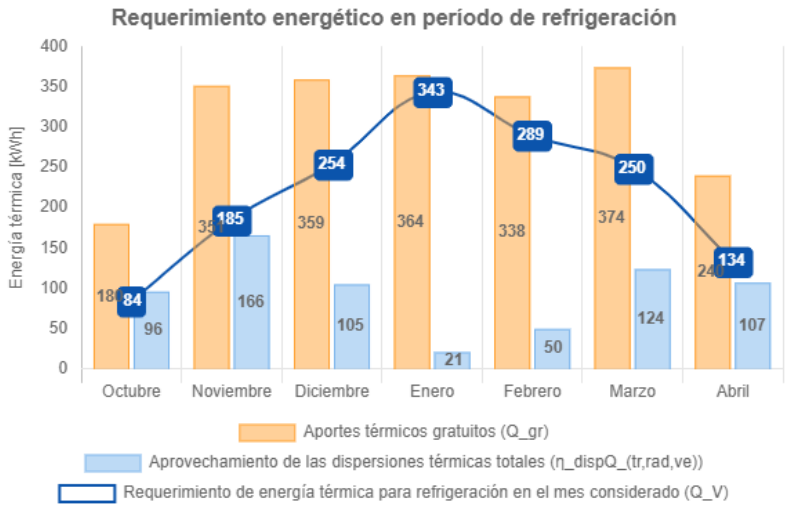



**Figura 55:** Requerimiento energético en período de refrigeración. Vivienda en madera.
Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

La cubierta (T1 y T2), representada en la figura 56 y 57, es el elemento más desfavorecido, tanto en invierno por las pérdidas, como en verano por las ganancias. En invierno, los muros y aberturas presentan pérdidas considerables. En invierno los muros tienen pérdidas relevantes que van hasta los 30 W aproximadamente y M1 hasta cerca de los 100 W. En invierno y para las mejores orientaciones, las ganancias solares aprovechables en aberturas (V1 al norte y V2 al este) mayor ganancia y baja pérdida está en relación con las protecciones que poseen, las aberturas (V5 al oeste y sin protección) poseen mayor pérdida y escasa ganancia. En verano, las aberturas reciben mayores ganancias solares en comparación a los muros.

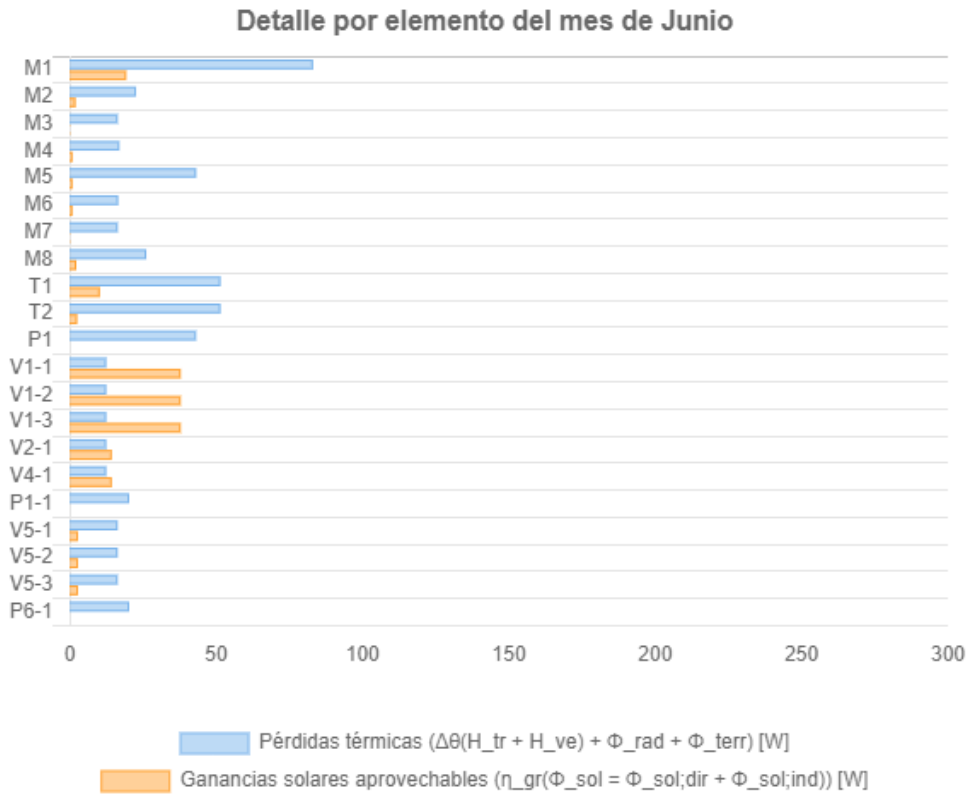



Figura 56: Pérdidas térmicas y ganancias solares aprovechables en el mes de junio. Vivienda en madera. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

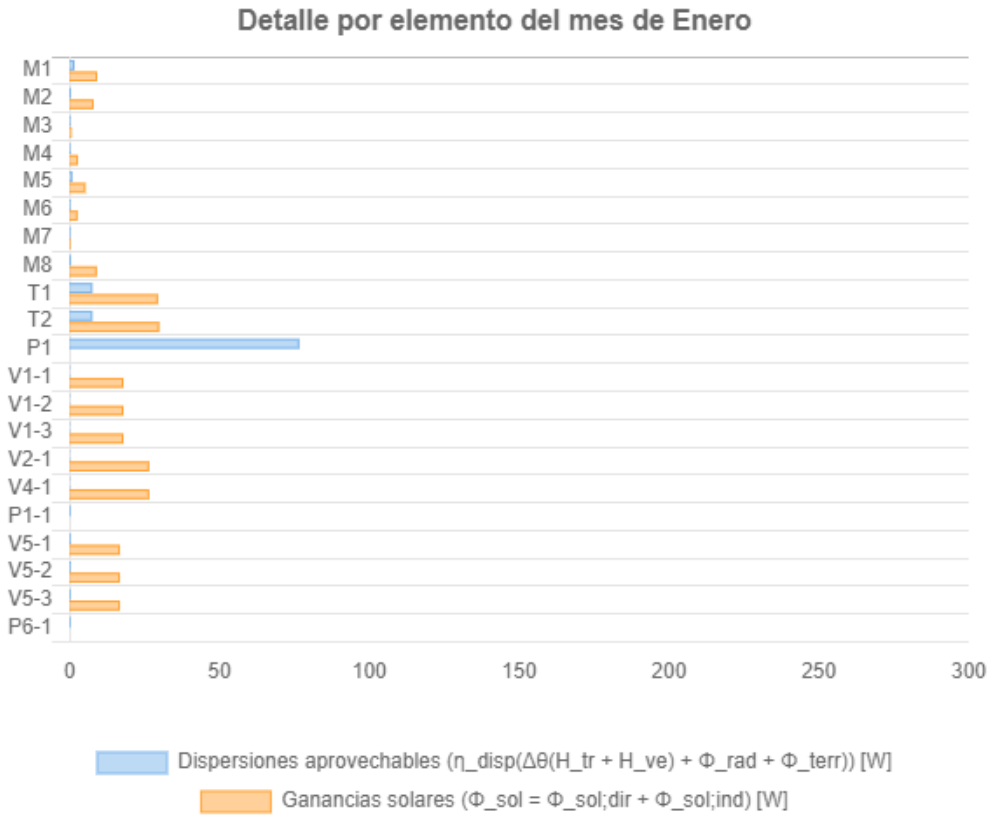



**Figura 57**: Dispersiones aprovechables y ganancias solares en el mes de enero. Vivienda en madera. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En el mes de junio las pérdidas se presentan a través de muros y aberturas mal orientadas en cambio en enero se da por el piso. Ver figura 58.

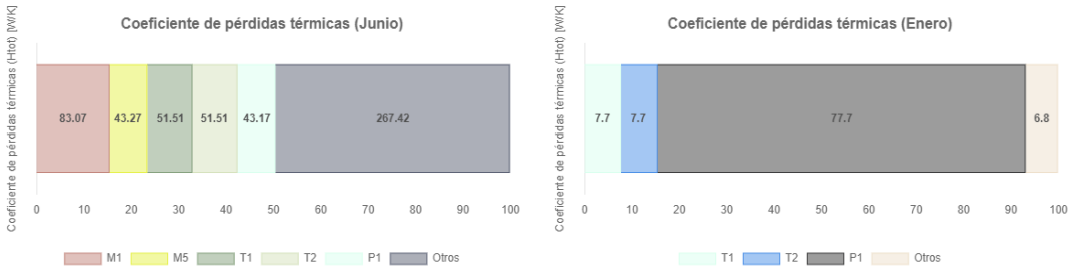



**Figura 58:** Coeficiente de pérdidas térmicas (junio y enero). Vivienda en madera.
Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

La figura 59 muestra que las ganancias solares en el mes de junio se dan en forma equilibrada en muros y aberturas orientados al norte. En el mes de enero las ganancias solares se dan por techos y carpinterías sin protección.

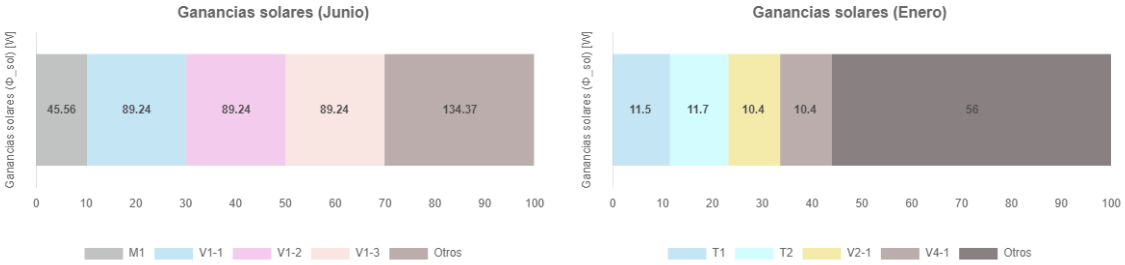



**Figura 59**: Ganancias solares (junio y enero). Vivienda en madera.
Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

## Viviendas de mampostería de ladrillos huecos

De las características técnicas de dicha vivienda, surgen los datos se pueden encontrar en la figura V en el anexo B. Estos son:

- El área de la envolvente es 199,61 m2, es el resultado de la suma de las superficies internas de los elementos de envolvente que separan la zona térmica del ambiente exterior.
- El volumen total climatizado es 140,05 m3, superficie útil de la ZT por la altura al cielorraso.

- La relación área de la envolvente (S)/volumen (V) total climatizado arroja un total: 1,43 m2/m3. El factor S/V se considera bajo para la vivienda por ser compacta, a menor área de envolvente, menores pérdidas explicada oportunamente.
- El factor de intercambio térmico (btr) al que se arriba para el caso de vivienda de mampostería de ladrillos huecos es de 0,73. Un btr entre 0,60 y 0,80 es típico de viviendas unifamiliares, verifica que a parámetros normalizados.
- Transmitancia media (Km): En la tabla 8 se pueden ver los resultados de Km, datos extraídos de la figura V en el anexo B. Los Km para muros de vivienda de mampostería de ladrillos huecos es de 1,45 W/m2k verifica las condiciones de confort para verano en el Nivel C con valor máximo: 1,80 W/m2k (IRAM 11605) para las zonas bioambientales I y II; Km: cubierta = 0,81 W/m2K supera el Nivel C (0,72 W/m2K) valor máximo para condiciones de verano para techos recomendado para Zona I y II; Km: aberturas= 4,78 W/m2K mayor a 4,00 W/m2K exigido en Norma IRAM 11507-4 se lo considera no clasificable.

**Tabla 8:** Transmitancia térmica media vivienda de mampostería de ladrillos huecos.

| **Vivienda de mampostería de ladrillos huecos** | **Transmitancia media (Km)** |
|---|---|
| Paredes | 1,45 W/m²K |
| Cubierta | 0,81 W/m²K |
| Piso | 0,76 W/m²K |
| Aberturas | 4,78 W/m²K |

Fuente: Elaboración propia

El Coeficiente Global de Intercambio Térmico (H) es la suma de los coeficientes Htr, Hve y Hg de cada una de las zonas térmicas de la vivienda de mampostería de ladrillos huecos, para invierno es 265 W/K y para verano es 363 W/K, ver figura 60.

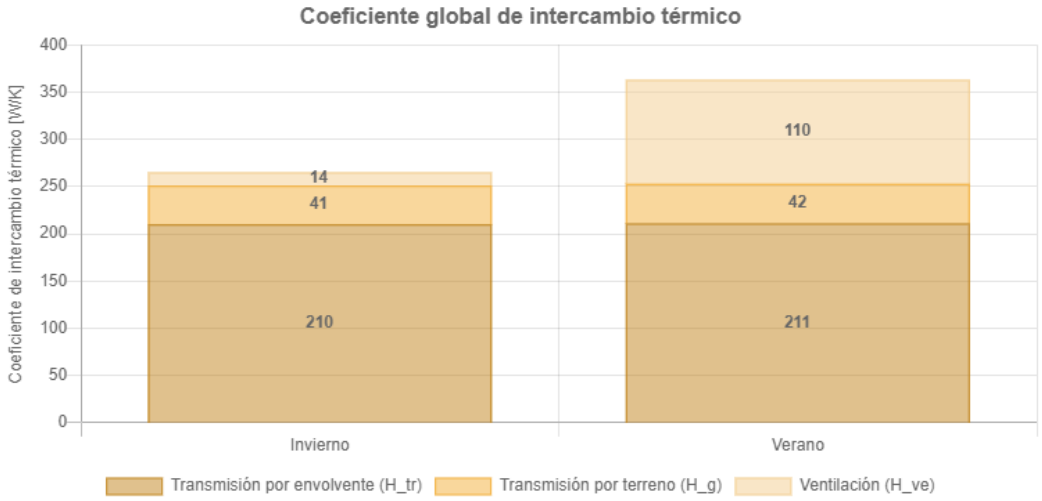



**Figura 60**: Coeficiente global de intercambio térmico de vivienda en mampostería de ladrillos huecos. Transmisión por envolvente terreno y ventilación. Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

El requerimiento específico de energía primaria (energía útil) de la vivienda de mampostería de ladrillos huecos resumido en la figura 61, para satisfacer las necesidades de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación, durante un año y por metro cuadrado de superficie de la vivienda.

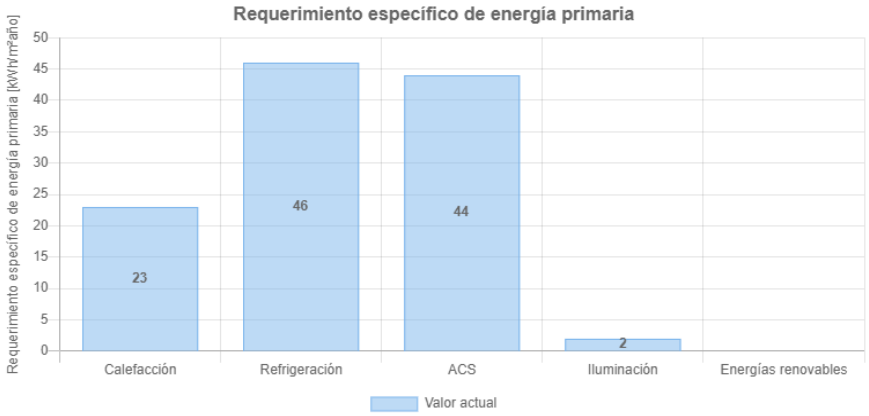



Figura 61: Requerimiento específico de energía primaria de vivienda de mampostería de ladrillos huecos. Calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria (ACS). Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

Los datos detallados se pueden ver en el cuadro de prestaciones energéticas que muestra la figura VI ubicada en el anexo B del presente trabajo donde también se encuentra el valor del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) igual a 114 (ver tabla 9).

Tabla 9: Transmitancia térmica media vivienda de mampostería de ladrillos huecos.

| **Ítem** | **Valor** |
|---|---|
| **Índice de Prestaciones Energéticas (IPE)** | **114** |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 62 se observa en detalle los requerimientos específicos de energía secundaria cuyo vector es la electricidad, con un total de 1795 KWh/año para la mencionada vivienda. Se indica el valor para calefaccionar en invierno, refrigerar en verano, producción de agua caliente sanitaria (ACS), iluminación, y la suma total. (Ver el cuadro de Requerimiento específico de energía secundaria la figura VII enl anexo B).

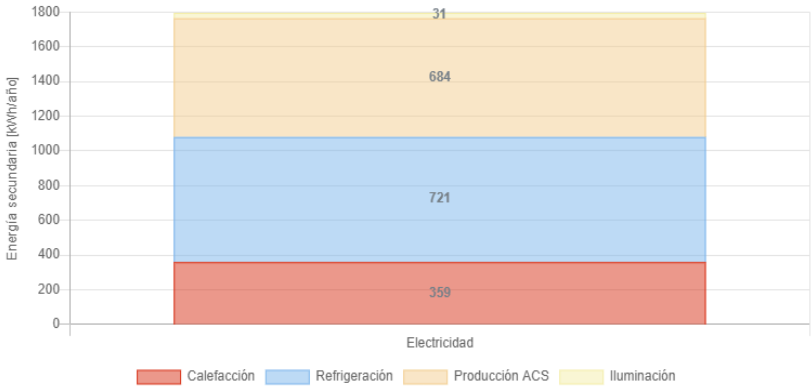



Figura 62: Requerimiento específico de energía secundaria de vivienda en mampostería de ladrillos huecos. Calefacción, refrigeración, ACS, iluminación. Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En la figura 63 se aprecia los requerimientos energéticos de calefacción para los meses de invierno considerados. Así como las pérdidas térmicas totales por transmisión, radiación a la bóveda y ventilación en el mismo período y el aprovechamiento de los aportes térmicos gratuitos.

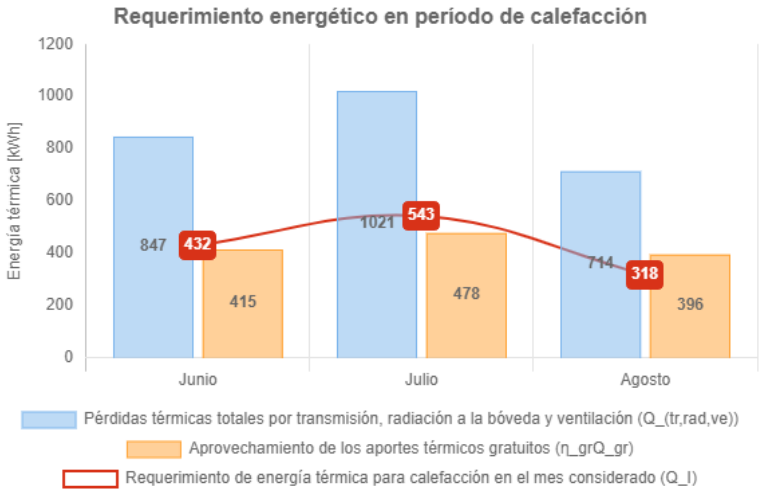



Figura 63: Requerimiento energético en período de calefacción. Vivienda de mampostería de ladrillos huecos. Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

La figura 64 presenta los requerimientos energéticos en período de refrigeración desde el mes de octubre hasta abril transcurriendo los meses de verano, siendo la solicitud mayor el mes de enero mes con mayores temperaturas. Así como el aprovechamiento de las dispersiones térmicas totales y los aportes térmicos gratuitos.

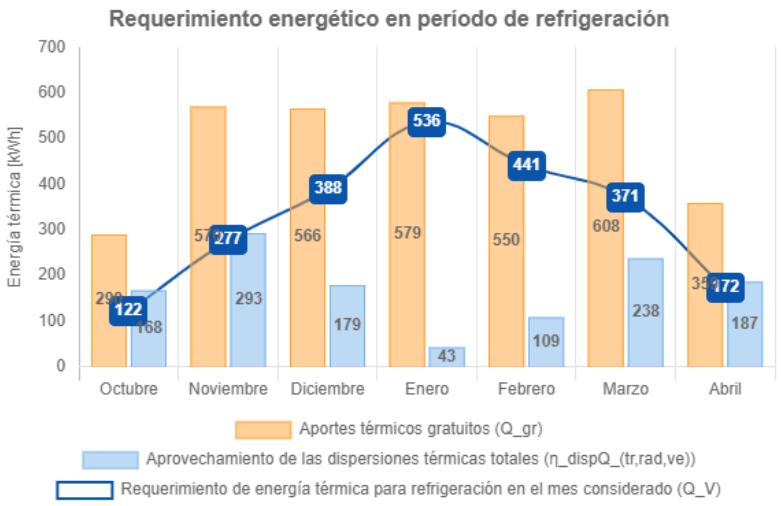



Figura 64: Requerimiento energético en período de refrigeración. Vivienda de mampostería de ladrillos huecos. Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

Los muros y la cubierta (Cub1 y Cub2), representada en la figura 65 son los elementos más desfavorecidos en invierno por las pérdidas térmicas, las aberturas presentan ganancias en el mes de junio.

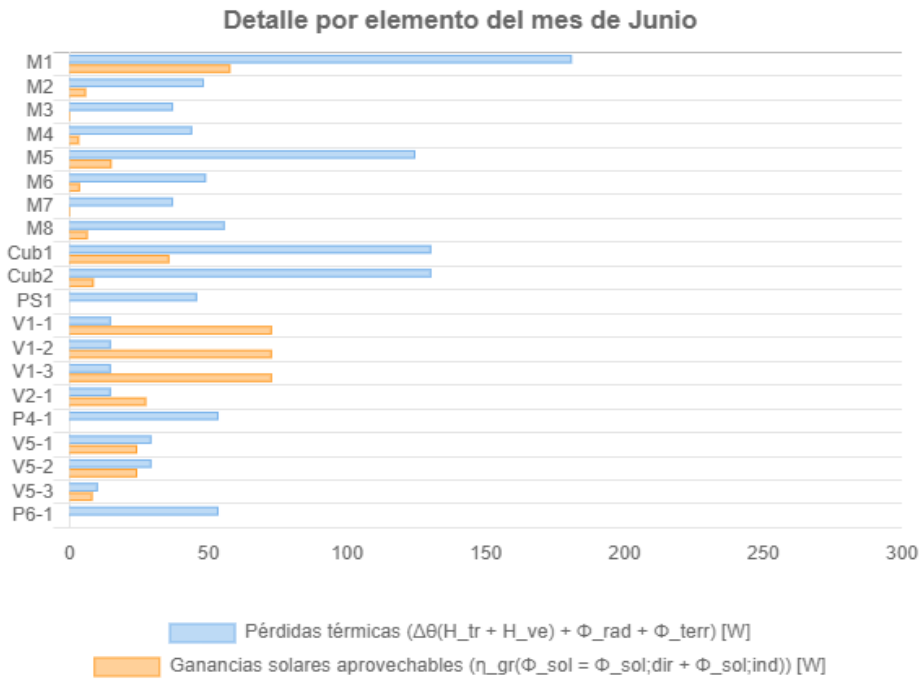



Figura 65: Pérdidas térmicas y ganancias solares aprovechables en el mes de junio. Viv. de mampostería de ladrillos huecos. Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En verano la vivienda se ve afectada por las altas ganancias solares en muros, aberturas y techos. Las dispersiones aprovechables se dan en piso y en menor medida en la cubierta. Se puede apreciar la influencia de las galerías en los muros (M3, M4, M6 y M7) y en las aberturas P4-1 y P6-1, donde las ganancias solares son mínimas, ver figura 66.

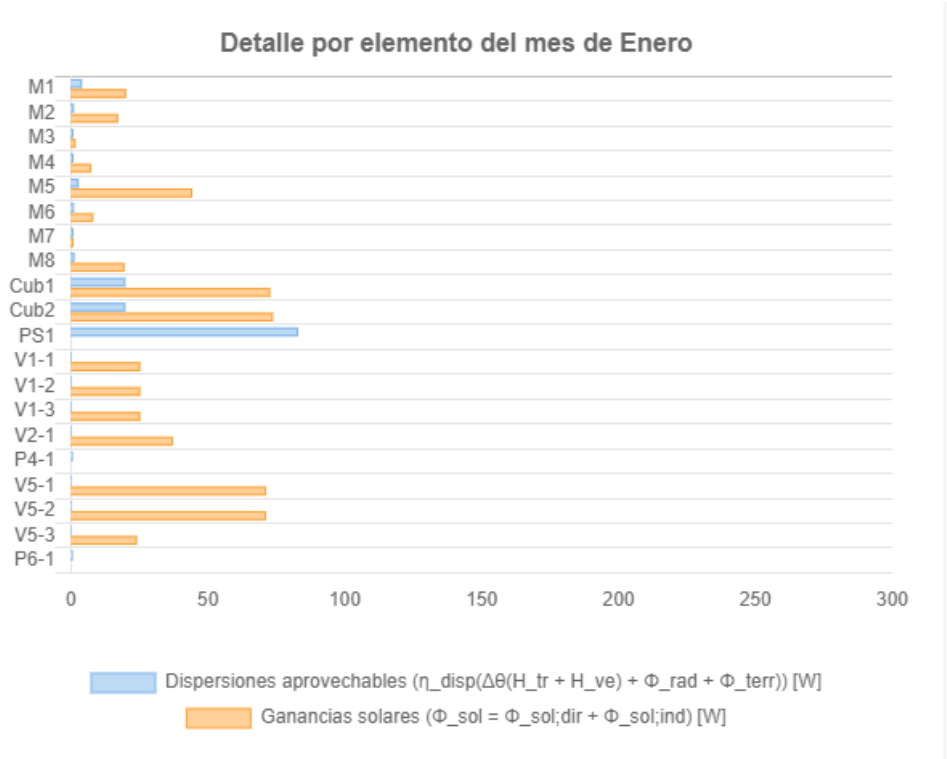



Figura 66: Dispersiones aprovechables y ganancias solares en el mes de enero. Vivienda de mampostería
de ladrillos huecos. Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

En el mes de junio las pérdidas se presentan a través de muros, cubierta y aberturas en cambio en enero se da por medio de la cubierta y del piso. Ver figura 67.

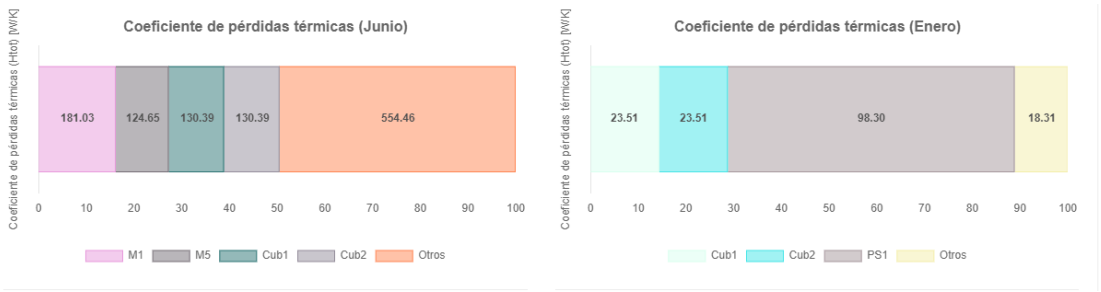



Figura 67: Coeficiente de pérdidas térmicas (junio y enero). Vivienda de mampostería de ladrillos huecos. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

Las ganancias solares en el mes de junio son altas en M1, muro orientado al norte, además de las aberturas contenidas en el mismo. En el mes de enero las ganancias solares se dan por la cubierta y carpinterías sin protección, ver figura 68.

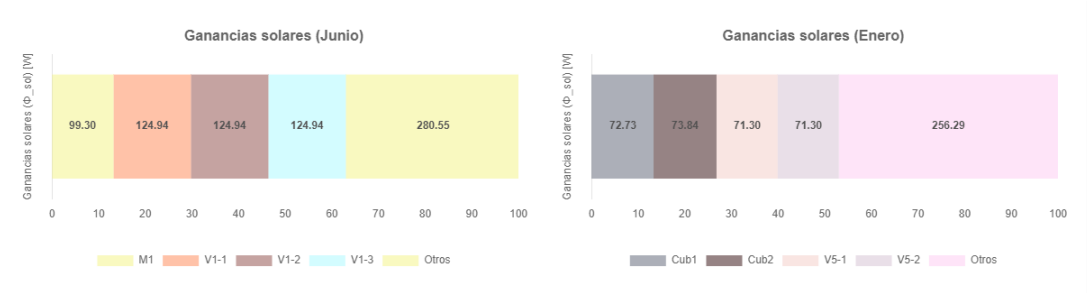



Figura 68: Ganancias solares (junio y enero). Vivienda de mampostería de ladrillos huecos.
Fuente: Elaboración propia a través del Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

## Comparación de casos

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 INVICO, haciendo foco en los diferentes sistemas constructivos utilizados, para verificar las diferencias en cuanto a niveles de sustentabilidad a través de las prestaciones energéticas de los mismos.

El prototipo tiene una superficie útil de la vivienda de 51,87 m2, el área de la envolvente es de aproximadamente 194,97 m2 y un volumen total climatizado 140,05 m3. Se destacan la relación Área de la envolvente - Volumen climatizado= 1,39 m2/m3 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 10, que los valores máximos estimados para verano el Sistema Constructivo de madera con un espesor de muro de 11 cm, con una aislación térmica de 50mm de lana de vidrio cumple con el nivel B y el Sistema Constructivo de Ladrillo huecos con revoque a ambos lados y e: 20cm con Km de 1,45 W/m² ºC 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 5cm en ambos prototipos, salvo que la primera se resuelve con estructura de madera con un "Km" de 0,33 W/m2 ºC que cumple con el nivel B holgadamente y en la segunda la estructura de techo es metálica, con un "Km" de 0,81 W/m² ºC que no cumple con el nivel C (mínimo) que la Norma establece de 0,72 W/m² ºC.

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/m²K menor a 4,00 W/m²K 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/m²K mayor a 4,00 W/m²K exigido en Norma IRAM 11507-4 se lo considera no clasificable.

**Tabla 10: Transmitancia térmica media.**

| Transmitancia media (Km) | Vivienda de madera (VM) | Vivienda de ladrillos huecos (VLH) |
|---|---|---|
| **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 |

Fuente: Elaboración propia

El aplicativo también genera información sobre:

**Coeficiente Global de Intercambio Térmico** (H): que es la suma de los coeficientes Htr, Hve y Hg de cada una de las zonas térmicas de la vivienda, para invierno y para verano. Describe la velocidad a la cual la vivienda intercambia energía, cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es igual a 1°C. En la tabla 11 se expresan los valores que surgen de cada vivienda para invierno, siendo para la VM 151 W/K y para la VLH 265 W/K. y en la tabla 12 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/m²K definida en la tabla 11 en invierno y 2,34 W/m²Ken verano en la tabla 12.

**Constante de tiempo** (τ): es el tiempo que tarda el aire interior de la vivienda en ‘‘copiar’’ el 63% del salto térmico exterior. Sintetiza el comportamiento dinámico de la vivienda. La constante de tiempo se obtiene como el cociente entre la capacidad térmica interna de la vivienda y su coeficiente global de intercambio térmico. En la tabla 11 se puede ver que la VM tarda 9,17 h en contraposición de VLH que lo hace en 12,76 h en invierno, bajando notablemente en verano (ver tabla 12) la VM 5,73 h y la VLH 9,54 h.

Tabla 11: Coeficiente global de intercambio térmico. Invierno.

| Coeficiente global de intercambio térmico | | |
|---|---|---|
| **INVIERNO** | **Vivienda de madera (VM)** | **Vivienda de ladrillos huecos (VLH)** |
| **Coeficiente Global de Intercambio Térmico (Hinv)** | **151 W/K** | **265 W/K** |
| **Coeficiente Global de Intercambio Térmico Específico (Hinv/AU)** | **2,91W/m²K** | **5,10 W/m²K** |
| **Constante de tiempo (Tinv)** | **9,17 h** | **12,76 h** |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12: Coeficiente global de intercambio térmico. Verano.**

| Coeficiente global de intercambio térmico | | |
|---|---|---|
| **VERANO** | **Vivienda de madera (VM)** | **Vivienda de ladrillos huecos (VLH)** |
| **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** |
| **Constante de tiempo (Tver)** | **5,73 h** | **9,54 h** |

Fuente: Elaboración propia

El valor de IPE arrojado por el aplicativo fue el expresado en la tabla 13, donde la vivienda en madera a pesar de la solución constructiva con amplias posibilidades de mejora supera a la vivienda de ladrillos huecos, con valor de 89 a 114 respectivamente.

**Tabla 13: Índice de Prestaciones Energéticas**

| | **Vivienda de madera (VM)** | **Vivienda de ladrillos huecos (VLH)** |
|---|---|---|
| **Índice de Prestaciones Energética (IPE)** | **89** | **114** |

Fuente: elaboración propia

La imposibilidad de llegar a la obtención de la etiqueta no permite un análisis más exhaustivo, ya que la provincia de Corrientes no se encuentra entre las provincias de pruebas pilotos de la Secretaría de Energía de la Nación por el momento por ello no se puede realizar etiquetado de viviendas solo llegar al IPE.

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, se van realizando experiencias de implementación en localidades de diferentes provincias del país.

Desde el año 2017, se han realizado 6 Pruebas Piloto en las ciudades de Rosario en Santa Fe, San Carlos de Bariloche en Rio Negro, Godoy Cruz en Mendoza, Tafí del Valle en Tucumán y en Salta, en las que se han etiquetado más de 1400 viviendas. Actualmente, se encuentra en etapa de proyecto la Prueba Piloto en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, que tendrá un alcance de 200 viviendas. Siendo estas provincias las que tienen una definición para el etiquetado de vivienda y avances en cuanto a normativa.

La importancia de la etiqueta radica en que aporta un diagnóstico sobre prestaciones energéticas de la vivienda y por medio del análisis de los resultados brinda recomendaciones de mejora, con respecto al puntaje alcanzado y da un puntaje alcanzable si se realizan dichas sugerencias, como ser a través de intervenciones con sistemas pasivos para minimizar el uso de los principales artefactos consumidores de energía (aire acondicionado y lámparas de iluminación, por ejemplo). Involucra principalmente características de la envolvente térmica (superficie, orientación, materialidad, nivel de aislación, puentes térmicos, entre otras) y sus infiltraciones, hay que tener en consideración: localización geográfica y características de la zona climática; condiciones del entorno; orientación de la vivienda; año de construcción (en caso de relevamiento o modificación) y normativas municipales de Códigos de Construcción y/o Edificación.

Analizando algunos costos establecidos en el rubro de la construcción se realizó un cuadro comparativo, cuyos datos fueron volcados en la Tabla 14, que permiten definir la diferencia que existe entre ambos sistemas constructivos, demostrando la diferencia de costos que coloca al m2 de vivienda en madera como más competitivo en el mercado.

**Tabla 14.** Costos por m2 de construcción estimado

| **Costos por m2 de construcción** | | |
|---|---|---|
| **Prototipos** | **Vivienda de madera (VM)** | **Vivienda de ladrillos huecos (VLH)** |
| **Costo por m²** | **600 a 700 USD** | **850 a 950 USD** |

Fuente: INTA Entre Ríos

Con datos provenientes de legados técnicos sobre el tiempo de montaje de la vivienda de madera y el cálculo establecidos de la construcción de mampostería de

ladrillos huecos calculados, teniendo en cuenta misma cantidad de obreros e iguales circunstancias, se realizó la tabla 15 con el tiempo de ejecución de cada prototipo en días.

Tabla 15. Tiempo de ejecución estimado/días

| **Tiempo de ejecución estimado/días** | | |
|---|---|---|
| **Prototipos** | **Vivienda de madera (VM)** | **Vivienda de ladrillos huecos (VLH)** |
| **Tiempo estimado** | **29 días** | **65 días** |

Fuente: elaboración propia

# Conclusiones

Argentina posee un alto déficit habitacional y de infraestructura, donde existen regiones con mayores demandas que otras como ser el 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 las mismas 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 distintas etapas de edificación de esta para conseguir obras de alta calidad.

Se debe generar una nueva arquitectura en donde el sol, la tierra, el viento, el agua y el mundo total de la naturaleza se integren de modo armonioso con la vida y la tecnología, ayudando a que los lazos que unen a los hombres entre sí y con su medio experimenten un real cambio cualitativo, y no solo cuantitativo como es el caso actual (Gonzalo, 2015).

Si bien es cierto que la industria en general, de forma directa o indirecta, ha provocado un gran deterioro ambiental, también debe reconocerse que los sistemas constructivos industrializados poseen características tales que favorecen el aumento de su nivel de sustentabilidad en comparación con los sistemas tradicionales.

Del análisis de la información, surge que existen cambios desde la industria de la construcción la cual, está experimentando una fuerte transformación en todo el mundo; se están dejando atrás ciertos métodos y técnicas tradicionales para dar paso a nuevos materiales y a tecnologías innovadoras que automatizan los procesos, requiriendo cada vez más de la capacitación del personal.

El mercado y la industria de materiales comprendió los cambios que trae aparejados la tecnología, y que se consideran necesarias la investigación, la capacitación y el diseño, y un logro sería que se pueda involucrar de todos los actores, cada uno desde su función en un trabajo interdisciplinar, donde la Universidad tiene mucho que aportar.

Actualmente, la industria maderera realiza un amplio despliegue, apuntando a distintas iniciativas: públicas y privadas, en una convocatoria de consulta entre diversas instituciones de las provincias de Corrientes, Misiones, Entre Ríos y Chaco con la idea de impulsar el desarrollo de la producción de la madera en la Argentina, dando a conocer

sus 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 bajo 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).

Desde el Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas en el 2019 se presentaron los Estándares mínimos de calidad de viviendas de interés social, como un aporte a las inquietudes de los diversos estamentos sobre este tema.

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 expandirte y dispuesta 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, 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 que 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 información 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 m2 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 permitirá asumir una visión diferente de los usuarios y profesionales, para afrontar los proyectos de viviendas con óptimas prestaciones energéticas y de confort.

Como culminación de todo el desarrollo teórico, de la comparación y análisis de los datos, se arriba a una síntesis de los aspectos analizados que se pueden ver en la tabla 16, con la preponderancia ventajosas del entramado de madera sobre la construcción en mampostería de ladrillos huecos.

Tabla 16: Síntesis de los aspectos analizados

| 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 |
| Costo por m² | | | **600 a 700 USD** | **850 a 950 USD** |
| Tiempo de ejecución estimado | | | **29 días** | **65 días** |
| Índice de Prestaciones Energética (IPE) | | | **89** | **114** |
| Referencias | | valores más sustentables | | |
| | | valores menos sustentables | | |

Fuente: elaboración propia

A modo de reflexión final considero importante plantear una serie de recomendaciones que cierran esta investigación, considerando que pueden ser beneficiosas para la toma de decisiones en la elección de sistema constructivos que contribuyan a proyectos más sustentables.

## Recomendaciones de diseño

Sería deseable que en las viviendas de producción estatal se profundice en el diseño tendiente a una construcción sustentable de los nuevos proyectos.

Se podrían mejorar algunas prácticas profesionales, urbanísticas o relacionadas con el proyecto arquitectónico aplicando principios de diseño bioclimático fáciles de considerar en sus distintas etapas, para ello es necesario contar con profesionales formados y concientizados de los riesgos que corre el planeta y de cómo podemos influenciar de manera positiva desde nuestro accionar. Para que esto suceda sería interesante iniciarlo con la formación de grado, ya que la educación constituye la base para el progreso y el éxito de cualquier emprendimiento.

Instituir el etiquetado de viviendas en todo el país es una iniciativa de la Secretaría de Energía de la Nación y requiere de un efecto multiplicador en todos los ámbitos posibles, y que, además, pase a formar parte de los Códigos de Edificación de todos los municipios y ser de aplicación práctica en los proyectos de los estudiantes en la facultad de arquitectura.

Los principios del diseño bioclimático son fáciles de considerar en las etapas de proyecto de las construcciones y en realidad son en muchos casos herederos de costumbres tradicionales de cada región que buscaron una relación más armónica entre lo artificial y lo natural, no solo por fundamentos éticos, sino por carencias reales que obligaron a optimizar las construcciones en función de los recursos disponibles. Estas buenas prácticas son hoy revalorizadas desde lo tecnológico constructivo.

El diseño en armonía con el clima y la naturaleza permite reducir al mínimo la energía convencional utilizada para la calefacción e iluminación artificial y, en la mayoría de los casos, eliminar totalmente la energía para refrigeración sin comprometer la calidad de vida de los usuarios. Los conceptos sencillos incluyen (Agencia de Protección Ambiental, 2014):

- Aprovechamiento de las características topográficas.
- Incorporación de estrategias climáticas.

- Zonificación de los espacios.
- Ventilación selectiva y ventilación cruzada.
- Control de infiltración por aire.
- Incorporación de masa térmica en los elementos constructivos.
- Incorporación de materiales aislantes en paredes y techos.
- Ruptura de puentes térmicos.
- Uso controlado del vidrio y el efecto invernadero.
- Incorporación de protección solar y control del sol directo.
- Uso de la vegetación y microclima local.

Otros criterios que se pueden incorporar son:

- Implementar un plan de tratamiento de residuos en el uso de las 3 erres Reducir, Reutilizar y Reciclar.
- Incorporación de sistemas de energías renovables.
- Respetar las normativas de construcción existentes.
- Redactar normativas y reformular las existentes de manera que se adapten a las nuevas tecnologías, técnicas, materiales y sistemas constructivos que ofrece el mercado.
- Incentivar a las empresas y profesionales en el uso de etiquetados de proyectos y edificios existentes.
- Incorporación de un manual de instrucciones de la vivienda para el uso y mantenimiento adecuado.
- Aprovechar recursos materiales bajo principios de economía circular.

Estos criterios de diseño se complementan con recomendaciones de uso racional de la energía (artefactos eficientes, iluminación eficiente), consumo responsable de la materia y minimización de los residuos.

Los criterios de diseño solar pasivo, sintetizados en la arquitectura bioclimática, son condición necesaria para lograr una arquitectura sustentable. Por su parte, las estrategias de diseño activas permitirán incrementar aún más los niveles de sustentabilidad de las construcciones.

El Desarrollo Sostenible se define como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades. Por su parte el desarrollo sostenible de los edificios involucra el desempeño y funcionalidad requeridos con el mínimo impacto ambiental negativo, mientras se producen mejoras en aspectos culturales, económicos y sociales a nivel local, regional y global (IRAM 11930, 2010).

En el presente trabajo se logra verificar que la construcción mediante entramados de madera posee una mejor performance ambiental en los aspectos analizados, considerando un prototipo diseñado en el ámbito del INVICO sobre el que resulta factible proponer mejoras que incrementarían aún más la sustentabilidad en cuanto a la eficiencia energética.

# Bibliografía

Agencia de Protección Ambiental (2022). Agencia Ambiental de políticas y estrategias ambientales de la ciudad de Buenos Aires. https://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/politicas-y-estrategias-ambientales/construccion-sustentable

Arias, Fabio (2006). Desarrollo sostenible y sus indicadores. Sociedad y economía [en línea]. (11), 200-229 [fecha de Consulta 30 de enero de 2022]. ISSN: 1657-6357. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99616177008

Binswanger, C. (2020) La triada de la sustentabilidad en tres edificios de madera. Revista Summa+181. Pp.48-61.

Braungart, M. & Mcdonough, W. (2005). Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas. España: McGraw Hill.

Código de Planeamiento Urbano de la ciudad de Corrientes

Código de Edificación de la ciudad de Corrientes

Coneza Fernandez-Vitora, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. ISBN: 978-84-8476-384-0.

Czajkowski, J. & Gómez, A. (2009). Arquitectura sustentable. Buenos Aires: Clarín Arquitectura.

De Garrido, L. (2014). Arquitectura Bioclimática Extrema. Barcelona: Monsa. http://www.arqgea.com/docs/ARQGEA_Hacia_una_arquitectura_ecol%C3%B3gica.pdf

Diez, F. (2011). Hacia una arquitectura sostenible. Revista Summa + Nº 118. Argentina. Pp. 4 a 5.

Diez, F. (2016). Buena madera. Revista Summa + Nº 149. Argentina. Pp. 1. ISSN 1853-242X

Revista Summa + Nº 188. Argentina. Pp. 1. ISSN 1853-242X

Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial, Secretaría de Agroindustria, Ministerio de Producción y Trabajo. Presidencia de la Nación (2018). Uso de la madera en el Diseño y la Construcción. Recuperado de

https://www.agroindustria.gob.ar, citando a Enviromental propierties of timber, Forest & Wood Productos Research.

Echechuri, H., Ferraro, R., y Bengoa, G. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental. Entre el saber y la práctica. Buenos Aires: Editorial Espacio.

Edwards, B. (2013). Guía básica de la sostenibilidad. Segunda edición. Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, España. ISBN: 978-84-252-2208-5.

Evans, J. (2010). Sustentabilidad en Arquitectura. Compilación de antecedentes de manuales de buenas prácticas ambientales para las obras de arquitectura, junto a indicadores de sustentabilidad y eficiencia energética Buenos Aires: CPAU.

Fernández, Roberto (2017). A5 Sustentabilidad Ambiental. Curso de posgrado acreditable a la Maestría en Gestión Ambiental del Territorio Urbano. Eje 2: construcción del conocimiento sobre lo Ambiental.

Fournier Zepeda, R. (2008). Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades. Tecnología en Marcha, Vol. 21, Nº 4, 92-101.

García, Alfonzo del Águila (1986) Las tecnologías de la industrialización de los edificios de viviendas. Tomo 1. Servicios de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. ISBN: 84-85572-97-1.

García, K. R. (2014). *Potencial de reducción de las emisiones de CO2 y de la energía incorporada en la construcción de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera.* Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. Recuperado de http://hdl.handle.net/10803/279369. Fecha de búsqueda: 01/10/20

Gonzalo, G. (2015). Manual de Arquitectura Bioclimática. Tucumán: Imprenta Arte Color, Chamaco. (5ª edición) ISBN 950-43-9028-5

Hernández Sampieri, R. F. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill. ISBN: 978-1-4562-2396-0

IRAM 4044 (2015): Acústica. Protección contra el ruido en edificios. Requisitos de aislamiento acústico mínimo. Método de medición y clasificación.

IRAM 11507-4 (2010). Carpintería de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores. Parte 4 - Requisitos complementarios. Aislación térmica.

IRAM 11603 (1996). Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires.

IRAM 11605 (1996). Condiciones de Habitabilidad en Edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Buenos Aires.

IRAM 11900 (2017). Construcción Sostenible. Principios Generales. Prestaciones energéticas en viviendas. “Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética”

IRAM 11930 (2010). Construcción Sostenible. Principios Generales.

López López, V. (2009). Sustentabilidad y desarrollo sustentable. Origen, precisiones y

metodología operativa. Editorial Trilla. México D.F. ISBN: 978-968-24-7457-6.

Mac Donnell, Horacio M. y Mac Donnell, Horacio P. (2004). Manual de Construcción Industrializada. REVISTA VIVIENDA SRL. Buenos Aires. Argentina.

Martínez-Zárate, Rafael (1991) Diseño arquitectónico: enfoque metodológico. México: Editorial Trillas S.A., 1991 (reimp. 2009) ISBN: 978-968-24-3921-6.

Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de la Nación. (2018). Manual de la Vivienda Sustentable. Buenos Aires: Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Manual de Construcción con Madera Argentina- Guía y apoyo para construcciones con sistema de entramado de madera, (2020)

Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de la Nación (2017). Resolución 9-E: Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social. Secretaría de Vivienda y Hábitat. Buenos Aires.

Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Secretaría de Vivienda de la Nación (2019). ESTÁNDARES MÍNIMOS DE CALIDAD PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL: Marco para la promoción de viviendas inclusivas, asequibles y sostenibles. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.

Mozó, A. (2016). Hacia una arquitectura industrializada. Revista Summa + Nº 149. Argentina. Pp. 40. ISSN 1853-242X

Naciones Unidas. (1999) “Indicadores de Desarrollo Sostenible. Marco y Metodologías”. Nueva York.

Organización de las Naciones Unidas. ONU. (1987). Nuestro futuro común (Informe Brundtland), Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo presidida por Gro Harlem Brundtland. Nueva York: Naciones Unidas

Organización de las Naciones Unidas. ONU. (1992). Agenda XXI. Declaración de Río sobre medio ambiente. Rio de Janeiro, Brasil.

Organización de las Naciones Unidas. ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Pilar, C. (2003). Una mirada ambiental al proceso de producción de hábitat urbano. Análisis ambiental de materiales y técnicas constructivas adoptadas en las políticas de viviendas de interés social, en la ciudad de Resistencia. Tesis de Maestría de Gestión Ambiental. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste.

Pilar, C.; Morán, R.; Vedoya, D. (2017). Construcciones industrializadas con criterios de sustentabilidad ambiental. Artículo presentado a ARQUISUR 2017.San Juan. Argentina. ISBN 978-950-605-848-7.

Pilar, C., Kennedy, E., Basterra, J. y Corace, J. (2019). Acciones de la Facultad de Ingeniería para promover el desarrollo sustentable del recurso forestal en la región. 9° Jornadas de Divulgación Científica y Técnica" de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste. Diciembre de 2019. 35.

Pilar, C., Vallejos Kaliniuk, S. y Kennedy, E. (2019). Casos de construcción de viviendas en entramado de madera de bosques implantados en Corrientes. XI Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura. Tecnologías para una Arquitectura regionalmente sustentable. Universidad Nacional del Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina.

Pilar, Claudia; Vallejos Kaliniuk, Sofía y Kennedy, Erick (2020). Construcción de viviendas mediante entramado de madera en la Provincia de Corrientes. RADI (Revista Argentina de Ingeniería) CONFEDI. Año 8. Vol. 16. noviembre de 2020. P. 101-108. ISSN 2314-0925. https://confedi.org.ar/publicaciones/radi-no-16/#single/0

PI/2018/396-324. Etiquetado en Eficiencia Energética en inmuebles destinados a viviendas en Bariloche. https://www.argentina.gob.ar/cnea/ieds/sostenibilidad-grandes-proyectos/etiquetado-en-eficiencia-energetica-en-viviendas-de-bariloche

Romano Pamies, C.; Alías, M., Jacobo, G. (2018). Lineamientos e indicadores para la valoración de la sustentabilidad edilicia, de factible incorporación a las normativas de edificación vigentes en Resistencia y Corrientes. In X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura (CRETA) (La Plata, 2018).

Rosales, M. et al (2016) Relación entre Arquitectura - Ambiente y los principios de la Sustentabilidad. Multiciencias. vol. 16, núm. 3, pp. 259-266. Universidad del Zulia. Punto Fijo, Venezuela. ISSN: 1317-2255. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90453464004

Ruggirello, Hernán (2011). El Sector de la Construcción en perspectiva: internacionalización e impacto en el mercado de trabajo. Colaboración de Gonzalo Pérez; dirigido por Gustavo Gándara. 1a ed. Buenos Aires: Aulas y andamios. ISBN 978-987-1597-15-4

International Energy Agency (IEA) for the Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC). (2018) Informe Global: Hacia un sector de edificios y de la construcción eficiente, resiliente y con cero emisiones. United Nations Environment Programme.

International Organization for Standarization (ISO). Norma ISO 14.040/1997: Environmental Management. Life Cycle Assessment. Principles and framework.

Piantanida, Paolo, Pilar, Claudia A., y Vottari, A. (2020) “Il deficit abitativo in Argentina: un approccio sistemico attraverso la filiera del legno”. Colloqui AT. E 2020 Nuovi orizzonti per l’architettura sostenibile. Catania, Italia. 10 de diciembre de 2020. Editors Cascone, Santi Maria; Margani, Giuseppe y Sapienza, Vincenzo. Pp. 992-1005. ISBN 978-88-96386-94-1. Edicom Edizioni. Disponible en http://artecweb.org/2020/it/proceedings/

Samaja, J. (2012). Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la Investigación Científica. Editorial Eudeba. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina. ISBN: 978-950-23-0931-6.

Secretaría de Vivienda y Hábitat (2018). Resolución 3-E-2018. Ministerio del interior, obras públicas y vivienda. Buenos Aires, República Argentina.

Secretaría de Vivienda y Hábitat (2019). Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social. Ministerio del Interior, obras públicas y vivienda de la Nación. Buenos Aires. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if-2019-72275570-apn-dnasyfmi.pdf

SSP Micro y Dirección de Producción Forestal, citado en Subsecretaría de Programación Microeconómica. Secretaría de Políticas Económicas. Ministerio de Hacienda. Presidencia de la Nación (2019) Informes de Cadena de Valor: Forestal, papel y muebles. Marzo de 2019.

Subsecretaría de Programación Microeconómica. Secretaría de Políticas Económicas. Ministerio de Hacienda. Presidencia de la Nación (2019) Informes de Cadena de Valor: Forestal, papel y muebles. Marzo de 2019.

Ynoub, R. (2007). El proyecto y la metodología de la investigación. Buenos Aires: Cengage Learning. Buenos Aires. Argentina. ISBN: 978-987-22665-7-8.

Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. Tabula Rasa, (28), 409-423. Doi: https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18

REVISTA-N81-MADERA-Y-CONSTRUCCION.pdf

https://blog.portinos.com/novedades/tecnologia/normativa-inti-para-construcciones-en-madera

http://www.fao.org/forestry/sustainable-wood/es/

https://static.construible.es/media/2016/12/indicadores_sostenibles_de_luis_de_garrido.pdf

# Índice de tablas

Tabla 1. Superficie de locales de vivienda de madera ..... 86
Tabla 2: Superficie de locales del prototipo de vivienda de mampostería de ladrillo huecos ..... 90
Tabla 3. Superficie de AC del prototipo ..... 96
**Tabla 4: Elementos constructivos de la envolvente térmica. Muros**. ..... 99
Tabla 5: Elementos internos de la zona térmica. ..... 102
Tabla 6: Transmitancia térmica media vivienda de madera. ..... 107
**Tabla 7:** Transmitancia térmica media vivienda de madera. ..... 108
**Tabla 8:** Transmitancia térmica media vivienda de mampostería de ladrillos huecos. ..... 113
Tabla 9: Transmitancia térmica media vivienda de mampostería de ladrillos huecos. ..... 114
**Tabla 10: Transmitancia térmica media.** ..... 120
Tabla 11: Coeficiente global de intercambio térmico. Invierno. ..... 121
**Tabla 12: Coeficiente global de intercambio térmico. Verano.** ..... 121
**Tabla 13: Índice de Prestaciones Energéticas** ..... 121
**Tabla 14.** Costos por m2 de construcción estimado ..... 122
Tabla 15. Tiempo de ejecución estimado/días ..... 123
Tabla 16: Síntesis de los aspectos analizados ..... 127

# Índice de figuras

Figura 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible. ..... 30
Figura 2: Semáforo del sitio para evaluación urbana ..... 38
Figura 3: Equipo interdisciplinario. ..... 38
Figura 4: Elementos de la envolvente.1. muros, 2. cubierta,3. pisos y 4. aberturas. ..... 40
Figura 5: Flexibilidad, crecimiento y accesibilidad en el diseño. ..... 41
Figura 6: Reciclaje de aguas residuales domésticas. ..... 43
Figura 7: Plan de Manejo Ambiental. ..... 44
Figura 8: Plan de separación y reciclaje de materiales. ..... 46
Figura 9: Cronología del Etiquetado. ..... 63
Figura 10: Escala de letras para Etiquetado y unidad de IPE. ..... 66
Figura 11: Etapas necesarias para la obtención de Etiqueta de viviendas. ..... 67
Figura 12: Identificación de ambientes y espacios. ..... 68
Figura 13: Clasificación de ambientes y espacios. ..... 69
Figura 14: Definición de Zonas térmicas. ..... 70
Figura 15: Reconocimiento de la envolvente térmica. ..... 70
Figura 16: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Muros. ..... 71
Figura 17: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Muros y aberturas. ..... 71
Figura 18: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Solado. ..... 72
Figura 19: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. Cubierta. ..... 72
Figura 20: Diagrama de flujo para identificación de los elementos de la envolvente térmica. ..... 73
Figura 21: Identificación de los elementos internos de la zona térmica. ..... 74
Figura 22: Diagrama de flujo para identificación de los elementos internos de la zona térmica. ..... 75
Figura 23: Definición de entidades según roles y permisos para uso del aplicativo. ..... 76
Figura 24: Identificación de los elementos internos de la zona térmica. ..... 77
Figura 25: Solución constructiva. ..... 77
Figura 26: Datos de requerimientos de energía, características dinámicas e IPE ..... 78
Figura 27: Datos de requerimientos energéticos en periodos de calefacción y refrigeración ..... 78
Figura 28: Generación de Etiqueta de Eficiencia Energética. ..... 79
Figura 29: Localización geográfica de la provincia de Corrientes, de la ciudad de Corrientes ..... 81
Figura 30: Clasificación bioclimática (Bioambiental) de la República Argentina. ..... 83
Figura 31:: Planta principal de vivienda en madera. ..... 84
Figura 32: Perspectiva de vivienda con perímetro libre. ..... 85
Figura 33: Planta principal de vivienda en madera. ..... 85
Figura 34: Fachada principal de vivienda de madera. ..... 86
Figura 35: Detalle de encuentro de techo con muro y cielorraso. ..... 88
Figura 36: Planta de disposición de cabreadas armadas con dos medias cabreadas adosadas. ..... 88

Figura 37: Instalación sanitaria: agua y cloacal. ..... 89
Figura 38: Detalle de encuentro de techo muro cielorraso. PT60. ..... 91
Figura 39: Detalle de encuentro de techo muro cielorraso. PT60. ..... 92
Figura 40: Primer paso: Identificación de ambientes y espacios. ..... 95
Figura 41: Segundo paso: Clasificación de ambientes y espacios. ..... 96
**Figura 42: Tercer paso: Definición de zona térmica.** ..... 97
**Figura 43:** Cuarto paso: reconocimiento de la envolvente térmica. ..... 98
**Figura 44: Definición de elementos constructivos de la envolvente térmica. MUROS.** ..... 98
**Figura 45: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. MUROS y ABERTURAS.** ..... 100
**Figura 46: Identificación de los elementos térmicos. CUBIERTAS.** ..... 100
Figura 47: Identificación de los elementos de la envolvente térmica. SOLADOS. ..... 101
**Figura 48:** Identificación de los elementos internos de la zona térmica. ..... 102
Figura 49: Identificación de anteproyecto del prototipo de vivienda en madera. ..... 103
Figura 50: Identificación de anteproyecto del prototipo de vivienda en ladrillos huecos. ..... 105
Figura 51: Coeficiente global de intercambio térmico de vivienda en madera. ..... 107
**Figura 52:** Requerimiento específico de energía primaria de vivienda en madera. Calefacción, ..... 108
**Figura 53:** Requerimiento específico de energía secundaria de vivienda en madera. ..... 109
**Figura 54:** Requerimiento energético en periodo de calefacción. Vivienda en madera. ..... 109
**Figura 55:** Requerimiento energético en período de refrigeración. Vivienda en madera. ..... 110
Figura 56: Pérdidas térmicas y ganancias solares aprovechables en el mes de junio. Vivienda en madera. ..... 111
**Figura 57**: Dispersiones aprovechables y ganancias solares en el mes de enero. Vivienda en madera. 111
**Figura 58:** Coeficiente de pérdidas térmicas (junio y enero). Vivienda en madera. ..... 112
**Figura 59**: Ganancias solares (junio y enero). Vivienda en madera. ..... 112
**Figura 60**: Coeficiente global de intercambio térmico de vivienda en mampostería de ladrillos huecos. 114
Figura 61: Requerimiento específico de energía primaria de vivienda de mampostería de ladrillos huecos. ..... 114
Figura 62: Requerimiento específico de energía secundaria de vivienda en mampostería de ladrillos .. 115
Figura 63: Requerimiento energético en período de calefacción. Vivienda de mampostería de ladrillos 115
Figura 64: Requerimiento energético en período de refrigeración. Vivienda de mampostería de ladrillos 116
Figura 65: Pérdidas térmicas y ganancias solares aprovechables en el mes de junio. Viv. de mampostería ..... 116
Figura 66: Dispersiones aprovechables y ganancias solares en el mes de enero. Vivienda de mampostería ..... 117
Figura 67: Coeficiente de pérdidas térmicas (junio y enero). Vivienda de mampostería de ladrillos huecos. ..... 117
Figura 68: Ganancias solares (junio y enero). Vivienda de mampostería de ladrillos huecos. ..... 118

# ANEXO A

## Carga de datos

Prototipo de viviendas de madera

**AMBIENTES CLIMATIZADOS** 6

| Nombre o identificador | Tipo de ambiente | Área [m²] | Altura [m] | Terminación de las paredes del ambiente | Terminación del piso del ambiente | Potencia de iluminación instalada [W] | Sistema de control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estar-comedor | Living / Estar / Comedor | 11,53 | 2,70 | Pintura blanca | Porcelanato, Cerámico claro (marfil, crema, gris claro) | 48 | Encendido y apagado manual |
| Dormitorio 1 | Dormitorio | 8,67 | 2,70 | Pintura blanca | Porcelanato, Cerámico claro (marfil, crema, gris claro) | 18 | Encendido y apagado manual |
| Dormitorio 2 | Dormitorio | 11,53 | 2,70 | Pintura blanca | Porcelanato, Cerámico claro (marfil, crema, gris claro) | 18 | Encendido y apagado manual |
| Cocina-lavadero | Cocina / Comedor diario | 7,66 | 2,70 | Pintura blanca | Porcelanato, Cerámico claro (marfil, crema, gris claro) | 48 | Encendido y apagado manual |
| Baño | Baño / Lavadero integrado | 4,66 | 2,70 | Porcelanato, Cerámico, Azulejo color claro | Porcelanato, Cerámico claro (marfil, crema, gris claro) | 7 | Encendido y apagado manual |
| Paso | Pasillo / Paso / Circulación / Escalera | 7,82 | 2,70 | Pintura blanca | Porcelanato, Cerámico claro (marfil, crema, gris claro) | 7 | Encendido y apagado manual |

Figura I. Datos de ambientes climatizados. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**PAREDES DE LA ENVOLVENTE** 8

| Nombre o identificador | Longitud en planta [m] | Altura [m] | Composición | Solución constructiva | Propiedades térmicas | Consideración de puente térmico | Adyacente a | Ambiente no climatizado adyacente | Orientación | Superficie externa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M1 | 10,65 | 2,70 | documentacion | M (11,2 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| FLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | N - Norte | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M2 | 2,98 | 2,70 | documentacion | M (11,2 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| FLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | E - Este | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M3 | 1,87 | 2,70 | documentacion | M (11,2 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| FLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | S - Sur | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M4 | 3,03 | 2,70 | documentacion | M (11,2 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| FLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | E - Este | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M5 | 6,87 | 2,70 | documentacion | M (11,7 cm) \| CER 0,5 \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| PLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | S - Sur | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M6 | 3,03 | 2,70 | documentacion | M (11,7 cm) \| CER 0,5 \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| PLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | O - Oeste | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M7 | 1,87 | 2,70 | documentacion | M (11,2 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| FLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | S - Sur | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M8 | 2,98 | 2,70 | documentacion | M (11,2 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| FLV 5,0 \| OSB 1,5 \| M Pino 2,0 | | Elemento con material aislante en capa intermedia, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | O - Oeste | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |

Figura II: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**CUBIERTAS** 2

| Nombre o identificador | Área [m²] | Composición | Solución constructiva | Propiedades térmicas | Consideración de puente térmico | Adyacente a | Ambiente no climatizado adyacente | Inclinación | Orientación | Superficie externa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 26,28 | documentacion | C (10,1 cm) \| PLV 10,0 \| CHG 0,1 | | Elemento con material aislante en capa externa, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | 30 | N - Norte | Aluminio natural (membrana / chapa galvanizada, en estado nuevo) |
| T2 | 26,28 | documentacion | C (10,1 cm) \| PLV 10,0 \| CHG 0,1 | | Elemento con material aislante en capa externa, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | 30 | S - Sur | Aluminio natural (membrana / chapa galvanizada, en estado nuevo) |

**SOLADOS** 1

| Nombre o identificador | Área [m²] | Composición | Solución constructiva | Propiedades térmicas | Consideración de puente térmico | Adyacente a | Ambiente no climatizado adyacente | Superficie externa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 52,55 | documentacion | Ei (17,0 cm) \| OSB 1,1 \| CA 15 \| PY 1 | | Elemento con material aislante en capa externa, CON ruptura de puente térmico | Terreno | | |

Figura III: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Cubierta y piso. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**ABERTURAS DE PAREDES DE LA ENVOLVENTE** 10

| Nombre o identificador | Área de vano [m²] | Área de material transparente [m²] | Área de material opaco [m²] | Factor de marco (%) | Material opaco | Material transparente | Longitud total de juntas [m] | Tipo de accionamiento | Estado | Protección móvil |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V1-1 | 1,08 | 0,60 | 0,48 | 44,44 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,20 | Batiente | Bueno | Postigos de madera |
| V1-2 | 1,08 | 0,60 | 0,48 | 44,44 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,20 | Batiente | Bueno | Postigos de madera |
| V1-3 | 1,08 | 0,60 | 0,48 | 44,44 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,20 | Batiente | Bueno | Postigos de madera |
| V2-1 | 1,08 | 0,60 | 0,48 | 44,44 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,20 | Batiente | Bueno | Postigos de madera |
| V4-1 | 1,08 | 0,60 | 0,48 | 44,44 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,90 | Batiente | Bueno | Postigos de madera |
| P1-1 | 1,90 | 0,00 | 1,90 | 100,00 | Madera maciza | | 5,74 | Batiente | Bueno | Sin protección |
| V5-1 | 0,72 | 0,50 | 0,22 | 30,56 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 2,84 | Brazo de empuje | Bueno | Sin protección |
| V5-2 | 0,72 | 0,50 | 0,22 | 30,56 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 2,84 | Brazo de empuje | Bueno | Sin protección |
| V5-3 | 0,72 | 0,50 | 0,22 | 30,56 | Madera maciza | Incoloro (3 a 10 mm) | 2,84 | Brazo de empuje | Bueno | Sin protección |
| P6-1 | 1,90 | 0,00 | 1,90 | 100,00 | Madera maciza | | 5,74 | Batiente | Bueno | Sin protección |

**Figura IV: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Aberturas. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.**

**PAREDES INTERNAS** 5

| Nombre o identificador | Longitud en planta [m] | Altura [m] | Área de hueco [m²] | Composición | Solución constructiva |
|---|---|---|---|---|---|
| Mi1 | 5,96 | 2,70 | 0,00 | documentacion | M (9,4 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| CA 4,0 \| OSB 1,5 \| PRY 1,2 |
| Mi2 | 6,87 | 2,70 | 5,40 | documentacion | M (9,4 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| CA 4,0 \| OSB 1,5 \| PRY 1,2 |
| Mi3 | 2,83 | 2,70 | 1,80 | documentacion | M (9,4 cm) \| CER 0,5 \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| CA 3,5 \| OSB 1,5 \| PRY 1,2 |
| Mi4 | 4,91 | 2,70 | 3,60 | documentacion | M (9,4 cm) \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| CA 4,0 \| OSB 1,5 \| PRY 1,2 |
| Mi5 | 1,89 | 2,70 | 0,00 | documentacion | M (9,4 cm) \| CER 0,5 \| PRY 1,2 \| OSB 1,5 \| CA 3,5 \| OSB 1,5 \| PRY 1,2 |

Figura V: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Muros internos. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**OBSTÁCULOS SUPERIORES** 4

| Nombre o identificador | Tipo de obstáculo | Longitud [m] | Distancia del obstáculo superior al centro del elemento [m] | Ángulo [°] | Elemento relacionado |
|---|---|---|---|---|---|
| G3-1 | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 3,03 | 2,60 | 50 | M3 |
| Galería | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 1,87 | 2,60 | 40 | M4 |
| Galería | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 1,87 | 2,60 | 40 | M6 |
| G7-1 | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 3,03 | 2,60 | 50 | M7 |

**OBSTÁCULOS LATERALES** 4

| Nombre o identificador | Tipo de obstáculo | Hacia | Longitud en planta [m] | Distancia del obstáculo al centro del elemento [m] | Ángulo [°] | Elemento relacionado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muro cocina | Obstáculo opaco / Edificación | izquierda | 3,03 | 0,93 | 70 | M3 |
| Muro estar comedor | Obstáculo opaco / Edificación | derecha | 1,87 | 1,52 | 50 | M4 |
| Muro dormitorio | Obstáculo opaco / Edificación | izquierda | 1,87 | 1,52 | 50 | M6 |
| Muro baño | Obstáculo opaco / Edificación | derecha | 3,03 | 0,93 | 70 | M7 |

Figura VI: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Obstáculos. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**CALEFACCIÓN** 3

| Nombre o identificador | Tipo de instalación | Capacidad [kcal/h] | Capacidad [kW] | Clase de eficiencia energética |
|---|---|---|---|---|
| AA1 Dormitorio 1 | Aire Acondicionado (Split) - Modo calefacción | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |
| AA1 Dormitorio 2 | Aire Acondicionado (Split) - Modo calefacción | 2.000,00 | 2,33 | Etiqueta A |
| AA1 Estar- comedor | Aire Acondicionado (Split) - Modo calefacción | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |

**REFRIGERACIÓN** 3

| Nombre o identificador | Tipo de instalación | Capacidad [fg/h] | Capacidad [kW] | Clase de eficiencia energética |
|---|---|---|---|---|
| AAR D1 | Aire Acondicionado (Split) - Modo refrigeración | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |
| AAR D2 | Aire Acondicionado (Split) - Modo refrigeración | 2.000,00 | 2,33 | Etiqueta A |
| AAR EC | Aire Acondicionado (Split) - Modo refrigeración | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |

**A.C.S.** 1

| Nombre o identificador | Tipo de instalación | Capacidad [kcal/h] | Capacidad [kW] | Clase de eficiencia energética | Suministro de agua |
|---|---|---|---|---|---|
| TTE | Termotanque convencional eléctrico | 1.000,00 | 1,16 | Etiqueta A | Agua corriente |

Figura VII: Información de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

Prototipo de viviendas de mampostería de ladrillos huecos

**APY000015023 - Prototipo M.lad.huecos - Corrientes (ZC: Corrientes)**

**ZONAS TÉRMICAS** 1

| Nombre o identificador | Altura del entrepiso [m] | Características de ventilación natural |
|---|---|---|
| Zona térmica | 2,70 | **Tipo de ventilación:** Ventilación simple |

**AMBIENTES CLIMATIZADOS** 6

| Nombre o identificador | Tipo de ambiente | Área [m²] | Altura [m] | Terminación de las paredes del ambiente | Terminación del piso del ambiente | Potencia de iluminación instalada [W] | Sistema de control |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Estar-comedor | Living / Estar / Comedor | 11,53 | 2,70 | Pintura blanca | Baldosa, mosaico, granítico o calcáreo, claro (marfil, gris claro) | 48 | Encendido y apagado manual |
| Dormitorio 1 | Dormitorio | 11,53 | 2,70 | Pintura blanca | Baldosa, mosaico, granítico o calcáreo, claro (marfil, gris claro) | 18 | Encendido y apagado manual |
| Dormitorio 2 | Dormitorio | 8,67 | 2,70 | Pintura blanca | Baldosa, mosaico, granítico o calcáreo, claro (marfil, gris claro) | 18 | Encendido y apagado manual |
| Cocina-lavadero | Cocina / Comedor diario | 7,66 | 2,70 | Pintura blanca | Baldosa, mosaico, granítico o calcáreo, claro (marfil, gris claro) | 48 | Encendido y apagado manual |
| Baño | Baño / Lavadero integrado | 4,66 | 2,70 | Pintura blanca | Baldosa, mosaico, granítico o calcáreo, claro (marfil, gris claro) | 7 | Encendido y apagado manual |
| Paso | Pasillo / Paso / Circulación / Escalera | 7,82 | 2,70 | Pintura blanca | Baldosa, mosaico, granítico o calcáreo, claro (marfil, gris claro) | 7 | Encendido y apagado manual |

Figura VIII. Datos de ambientes climatizados. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**PAREDES DE LA ENVOLVENTE 8**

| Nombre o identificador | Longitud en planta [m] | Altura [m] | Composición | Solución constructiva | Propiedades térmicas | Consideración de puente térmico | Adyacente a | Ambiente no climatizado adyacente | Orientación | Superficie externa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M1 | 10,85 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x33 \| Re 2,0 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | N - Norte | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M2 | 2,98 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x33 \| Re 2,0 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | E - Este | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M3 | 1,99 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x33 \| Re 2,0 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | S - Sur | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M4 | 3,04 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x33 \| Re 2,0 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | E - Este | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M5 | 6,87 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| CER 0,5 \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x25 \| Re 1,5 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | E - Este | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M6 | 3,04 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| CER 0,5 \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x25 \| Re 1,5 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | O - Oeste | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M7 | 1,99 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x33 \| Re 2,0 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | S - Sur | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |
| M8 | 2,98 | 2,70 | documentacion | M (21,0 cm) \| Ri 1,0 \| LCH 18x18x33 \| Re 2,0 | | Elemento con composición hueca, sin material aislante (Ladrillos cerámicos huecos / Bloques huecos de hormigón) | Exterior | | O - Oeste | Pintura / superficie lisa en color claro (marfil / crema / beige / verde / azul / amarillo / gris, en tonos claros) |

Figura IX: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**CUBIERTAS** 2

| Nombre o identificador | Área [m²] | Composición | Solución constructiva | Propiedades térmicas | Consideración de puente térmico | Adyacente a | Ambiente no climatizado adyacente | Inclinación | Orientación | Superficie externa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cub1 | 27,13 | documentacion | C (6,0 cm) \| PRY 0,9 \| FLV 5,0 \| CHG 0,1 | | Elemento con material aislante en capa externa, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | 30 | N - Norte | Aluminio natural (membrana / chapa galvanizada, en estado nuevo) |
| Cub2 | 27,13 | documentacion | C (6,0 cm) \| PRY 0,9 \| FLV 5,0 \| CHG 0,1 | | Elemento con material aislante en capa externa, SIN ruptura de puente térmico | Exterior | | 30 | S - Sur | Aluminio natural (membrana / chapa galvanizada, en estado nuevo) |

**SOLADOS** 1

| Nombre o identificador | Área [m²] | Composición | Solución constructiva | Propiedades térmicas | Consideración de puente térmico | Adyacente a | Ambiente no climatizado adyacente | Superficie externa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PS1 | 54,25 | documentacion | S (14,0 cm) \| CER 1 \| CN 3,0 \| HP 10,0 | | Elemento con composición maciza, sin material aislante (Ladrillos, bloques, o paneles macizos de materiales diversos) | Terreno | | |

Figura X: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Cubierta y piso. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**ABERTURAS DE PAREDES DE LA ENVOLVENTE** 9

| Nombre o identificador | Área de vano [m²] | Área de material transparente [m²] | Área de material opaco [m²] | Factor de marco (%) | Material opaco | Material transparente | Longitud total de juntas [m] | Tipo de accionamiento | Estado | Protección móvil |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V1-1 | 1,08 | 0,84 | 0,24 | 22,22 | Aluminio | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,82 | Batiente | Bueno | Postigos de aluminio |
| V1-2 | 1,08 | 0,84 | 0,24 | 22,22 | Aluminio | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,82 | Batiente | Bueno | Postigos de aluminio |
| V1-3 | 1,08 | 0,84 | 0,24 | 22,22 | Aluminio | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,82 | Batiente | Bueno | Postigos de aluminio |
| V2-1 | 1,08 | 0,84 | 0,24 | 22,22 | Aluminio | Incoloro (3 a 10 mm) | 4,82 | Batiente | Bueno | Postigos de aluminio |
| P4-1 | 1,85 | 0,00 | 1,85 | 100,00 | Aluminio | | 5,70 | Batiente | Bueno | Sin protección |
| V5-1 | 1,04 | 0,74 | 0,30 | 28,85 | Aluminio | Incoloro (3 a 10 mm) | 6,60 | Brazo de empuje | Bueno | Sin protección |
| V5-2 | 1,04 | 0,74 | 0,30 | 28,85 | Aluminio | Incoloro (3 a 10 mm) | 6,60 | Brazo de empuje | Bueno | Sin protección |
| V5-3 | 0,36 | 0,25 | 0,11 | 30,56 | Aluminio | Incoloro (3 a 10 mm) | 2,00 | Brazo de empuje | Bueno | Sin protección |
| P6-1 | 1,85 | 0,00 | 1,85 | 100,00 | Aluminio | | 5,70 | Batiente | Bueno | Sin protección |

Figura XI: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Aberturas. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**PAREDES INTERNAS** 5

| Nombre o identificador | Longitud en planta [m] | Altura [m] | Área de hueco [m²] | Composición | Solución constructiva |
|---|---|---|---|---|---|
| Mi1 | 5,96 | 2,70 | 0,00 | documentacion | M (15,0 cm) \| Ri 1,5 \| LCH 12x18x25 \| Ri 1,5 |
| Mi2 | 6,87 | 2,70 | 5,40 | documentacion | M (15,0 cm) \| Ri 1,5 \| LCH 12x18x25 \| Ri 1,5 |
| Mi3 | 2,80 | 2,70 | 1,80 | documentacion | M (10,5 cm) \| CER 0,5 \| Ri 1,0 \| LCH 8x18x25 \| Ri 1,0 |
| Mi4 | 4,91 | 2,70 | 3,60 | documentacion | M (10,0 cm) \| Ri 1,0 \| LCH 8x18x25 \| Ri 1,0 |
| Mi5 | 1,88 | 2,70 | 0,00 | documentacion | M (10,5 cm) \| CER 0,5 \| Ri 1,0 \| LCH 8x18x25 \| Ri 1,0 |

Figura XII: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Muros internos. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**OBSTÁCULOS SUPERIORES** 4

| Nombre o identificador | Tipo de obstáculo | Longitud [m] | Distancia del obstáculo superior al centro del elemento [m] | Ángulo [º] | Elemento relacionado |
|---|---|---|---|---|---|
| Galería | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 3,04 | 2,60 | 50 | M3 |
| Galería | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 1,99 | 2,60 | 40 | M4 |
| Galería | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 1,99 | 2,60 | 40 | M6 |
| Galería | Obstáculo traslúcido (75% de opacidad) | 3,04 | 2,60 | 50 | M7 |

**OBSTÁCULOS LATERALES** 4

| Nombre o identificador | Tipo de obstáculo | Hacia | Longitud en planta [m] | Distancia del obstáculo al centro del elemento [m] | Ángulo [º] | Elemento relacionado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muro cocina | Obstáculo opaco / Edificación | izquierda | 3,04 | 1,00 | 70 | M3 |
| Muro cocina | Obstáculo opaco / Edificación | derecha | 1,99 | 1,52 | 50 | M4 |
| Muro dormitorio | Obstáculo opaco / Edificación | izquierda | 1,99 | 1,52 | 50 | M6 |
| Muro baño | Obstáculo opaco / Edificación | derecha | 3,04 | 1,00 | 70 | M7 |

Figura XIII: Información de los elementos de la Envolvente Térmica. Obstáculos. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**CALEFACCIÓN** 3

| Nombre o identificador | Tipo de instalación | Capacidad [kcal/h] | Capacidad [kW] | Clase de eficiencia energética |
|---|---|---|---|---|
| Calefacción Estar Comedor | Aire Acondicionado (Split) - Modo calefacción | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |
| Calefacción D1 | Aire Acondicionado (Split) - Modo calefacción | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |
| Calefacción D2 | Aire Acondicionado (Split) - Modo calefacción | 2.000,00 | 2,33 | Etiqueta A |

**REFRIGERACIÓN** 3

| Nombre o identificador | Tipo de instalación | Capacidad [fg/h] | Capacidad [kW] | Clase de eficiencia energética |
|---|---|---|---|---|
| AA1 Dormitorio 1 | Aire Acondicionado (Split) - Modo refrigeración | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |
| AA1 Dormitorio 2 | Aire Acondicionado (Split) - Modo refrigeración | 2.000,00 | 2,33 | Etiqueta A |
| AA1 Estar- comedor | Aire Acondicionado (Split) - Modo refrigeración | 2.500,00 | 2,91 | Etiqueta A |

**A.C.S.** 1

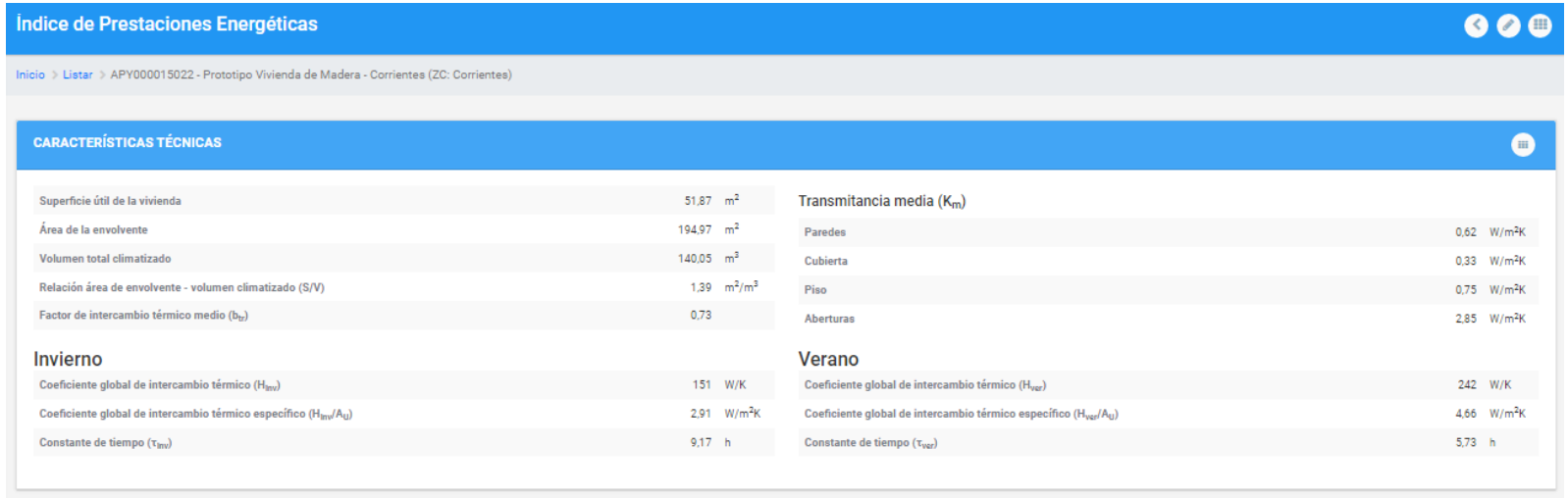
| Nombre o identificador | Tipo de instalación | Capacidad [kcal/h] | Capacidad [kW] | Clase de eficiencia energética | Suministro de agua |
|---|---|---|---|---|---|
| ACS | Termotanque convencional eléctrico | 1.000,00 | 1,16 | Etiqueta A | Agua corriente |

Figura XIV: Información de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

# ANEXO B

## Resultados

IPE (Índice de Prestaciones Energéticas). Vivienda de madera



**Índice de Prestaciones Energéticas**

Inicio > Listar > APY000015022 - Prototipo Vivienda de Madera - Corrientes (ZC: Corrientes)

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

| | | |
|---|---|---|
| Superficie útil de la vivienda | 51,87 | $m^2$ |
| Área de la envolvente | 194,97 | $m^2$ |
| Volumen total climatizado | 140,05 | $m^3$ |
| Relación área de envolvente - volumen climatizado (S/V) | 1,39 | $m^2/m^3$ |
| Factor de intercambio térmico medio ($b_{tr}$) | 0,73 | |

Transmitancia media ($K_m$)

| | | |
|---|---|---|
| Paredes | 0,62 | $W/m^2K$ |
| Cubierta | 0,33 | $W/m^2K$ |
| Piso | 0,75 | $W/m^2K$ |
| Aberturas | 2,85 | $W/m^2K$ |

Invierno

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{inv}$) | 151 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{inv}/A_U$) | 2,91 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{inv}$) | 9,17 | h |

Verano

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{ver}$) | 242 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{ver}/A_U$) | 4,66 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{ver}$) | 5,73 | h |

Figura I. Características técnicas. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**PRESTACIONES ENERGÉTICAS**

Aún no se puede generar la Etiqueta para el Anteproyecto.

| | Requerimiento específico de energía [kWh / m²año] | | |
|---|---|---|---|
| | Útil | Neta | Primaria |
| Calefacción | 14 | 4 | 13 |
| Refrigeración | 30 | 9 | 31 |
| Producción ACS | 11 | 13 | 44 |
| Iluminación | - | 1 | 2 |
| Requerimiento específico global de energía | | | 89 |
| Contribución específica de energías renovables | | | 0 |
| Índice de Prestaciones Energéticas | | | 89 |

## Características dinámicas

Invierno

| | |
|---|---|
| Relación entre aportes y pérdidas térmicos ($\gamma_{inv}$) | 1,11 |
| Factor de utilización de los aportes gratuitos ($\eta_{gr}$) | 0,43 |
| Fracción del requerimiento obtenido de aportes gratuitos ($\gamma_{inv}\Gamma_{gr}$) | 0,48 |

Verano

| | |
|---|---|
| Relación entre aportes y dispersiones térmicos ($\gamma_{ver}$) | 1,10 |
| Factor de utilización de las dispersiones térmicas ($\eta_{disp}$) | 0,39 |
| Fracción del requerimiento evitado por dispersiones térmicas ($\Gamma_{disp}/\gamma_{ver}$) | 0,35 |

Figura II. Prestaciones energéticas. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**DETALLE DE REQUERIMIENTO DE ENERGÍA SECUNDARIA**

| Vector energético | Total [kWh/año] | Calefacción [kWh/año] | Refrigeración [kWh/año] | ACS [kWh/año] | Iluminación [kWh/año] |
|---|---|---|---|---|---|
| Electricidad | 1.398 | 202 | 481 | 684 | 31 |

Figura III. Requerimiento de energía secundaria. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

ZONA TÉRMICA "PRINCIPAL" | AGUA CALIENTE SANITARIA | ILUMINACIÓN | ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

| | | |
|---|---|---|
| Superficie climatizada | 51,87 | $m^2$ |
| Altura media del entrepiso | 2,70 | m |
| Relación área de envolvente - volumen climatizado (S/V) | 1,39 | $m^2/m^3$ |
| Factor de intercambio térmico medio ($b_{tr}$) | 0,73 | |
| Capacidad térmica total (C) | 1,38 | kWh/K |

**Transmitancia media ($K_m$)**

| | | |
|---|---|---|
| Paredes | 0,62 | $W/m^2K$ |
| Cubierta | 0,33 | $W/m^2K$ |
| Piso | 0,75 | $W/m^2K$ |
| Aberturas | 2,85 | $W/m^2K$ |

**Invierno**

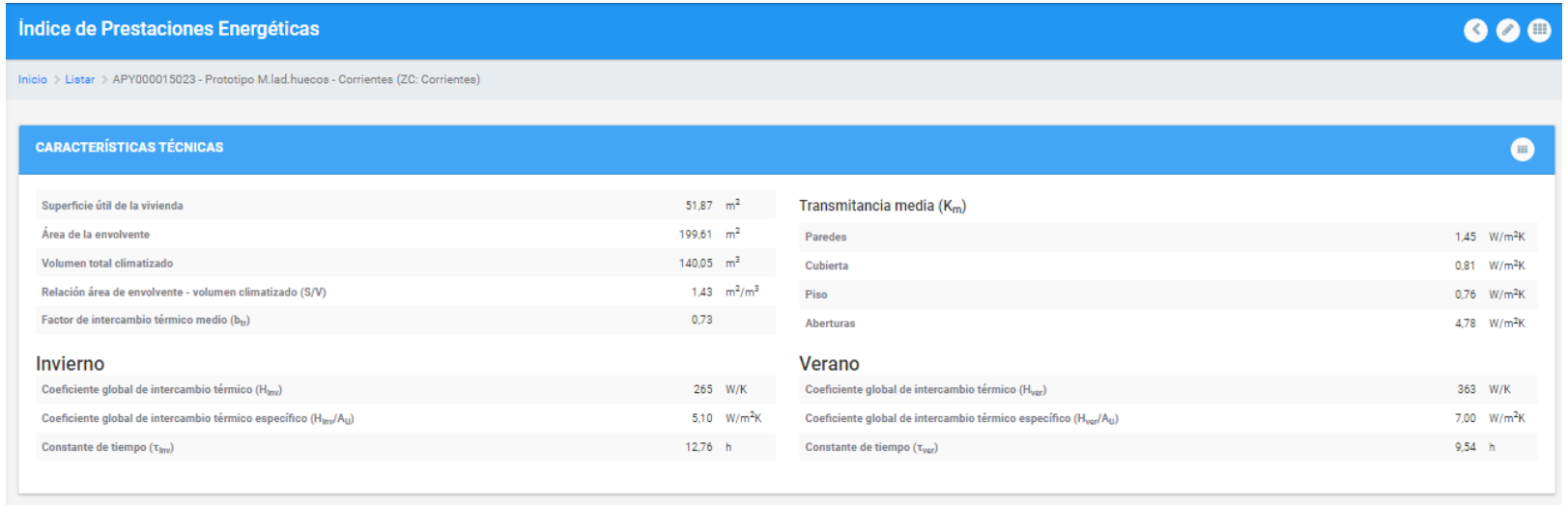
| | | |
|---|---|---|
| Requerimiento de energía útil ($E_{U;I}$) | 726 | kWh |
| Requerimiento de energía secundaria ($E_{S;I}$) | 202 | kWh |
| Requerimiento de energía primaria ($E_{P;I}$) | 665 | kWh |
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{inv}$) | 151 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{inv}/A_U$) | 2,91 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{inv}$) | 9,17 | h |
| Capacidad de calefacción requerida | 2,03 | kW |
| Capacidad de calefacción instalada | 8,15 | kW |
| Rendimiento equivalente de calefacción ($\eta_c$) | 3,60 | |
| Factor de conversión a energía primaria ($f_{P;C}$) | 3,30 | |

**Verano**

| | | |
|---|---|---|
| Requerimiento de energía útil ($E_{U;V}$) | 1.538 | kWh |
| Requerimiento de energía secundaria ($E_{S;V}$) | 481 | kWh |
| Requerimiento de energía primaria ($E_{P;V}$) | 1.586 | kWh |
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{ver}$) | 242 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{ver}/A_U$) | 4,66 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{ver}$) | 5,73 | h |
| Capacidad de refrigeración requerida | 2,28 | kW |
| Capacidad de refrigeración instalada | 8,15 | kW |
| Rendimiento equivalente de refrigeración ($\eta_r$) | 3,20 | |
| Factor de conversión a energía primaria ($f_{P;r}$) | 3,30 | |

Figura IV. Requerimiento de energía primaria. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

IPE (Índice de Prestaciones Energéticas). Vivienda de mampostería de ladrillos huecos



**Índice de Prestaciones Energéticas**

Inicio > Listar > APY000015023 - Prototipo M.lad.huecos - Corrientes (ZC: Corrientes)

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

| | | |
|---|---|---|
| Superficie útil de la vivienda | 51,87 | $m^2$ |
| Área de la envolvente | 199,61 | $m^2$ |
| Volumen total climatizado | 140,05 | $m^3$ |
| Relación área de envolvente - volumen climatizado (S/V) | 1,43 | $m^2/m^3$ |
| Factor de intercambio térmico medio ($b_{tr}$) | 0,73 | |

Transmitancia media ($K_m$)

| | | |
|---|---|---|
| Paredes | 1,45 | $W/m^2K$ |
| Cubierta | 0,81 | $W/m^2K$ |
| Piso | 0,76 | $W/m^2K$ |
| Aberturas | 4,78 | $W/m^2K$ |

Invierno

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{inv}$) | 265 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{inv}/A_U$) | 5,10 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{inv}$) | 12,76 | h |

Verano

| | | |
|---|---|---|
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{ver}$) | 363 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{ver}/A_U$) | 7,00 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{ver}$) | 9,54 | h |

Figura V. Características técnicas. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**PRESTACIONES ENERGÉTICAS**

Aún no se puede generar la Etiqueta para el Anteproyecto.

| | Requerimiento específico de energía [kWh / m²año] | | |
|---|---|---|---|
| | Útil | Neta | Primaria |
| Calefacción | 25 | 7 | 23 |
| Refrigeración | 44 | 14 | 46 |
| Producción ACS | 11 | 13 | 44 |
| Iluminación | - | 1 | 2 |
| Requerimiento específico global de energía | | | 114 |
| Contribución específica de energías renovables | | | 0 |
| Índice de Prestaciones Energéticas | | | 114 |

## Características dinámicas

Invierno

| | |
|---|---|
| Relación entre aportes y pérdidas térmicos ($\gamma_{Inv}$) | 0,88 |
| Factor de utilización de los aportes gratuitos ($\eta_{gr}$) | 0,57 |
| Fracción del requerimiento obtenido de aportes gratuitos ($\gamma_{Inv}\Gamma_{gr}$) | 0,50 |

Verano

| |
|---|
| Relación entre aportes y dispersiones térmicos ($\gamma_{ver}$) |
| Factor de utilización de las dispersiones térmicas ($\eta_{disp}$) |
| Fracción del requerimiento evitado por dispersiones térmicas ($\Gamma_{disp}/\gamma_{ver}$) |

Figura VI. Prestaciones energéticas. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

**DETALLE DE REQUERIMIENTO DE ENERGÍA SECUNDARIA**

| Vector energético | Total [kWh/año] | Calefacción [kWh/año] | Refrigeración [kWh/año] | ACS [kWh/año] | Iluminación [kWh/año] |
|---|---|---|---|---|---|
| Electricidad | 1.795 | 359 | 721 | 684 | 31 |

Figura VII. Requerimiento de energía secundaria. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivienda.

ZONA TÉRMICA "ZONA TÉRMICA" | AGUA CALIENTE SANITARIA | ILUMINACIÓN | ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

| | | |
|---|---|---|
| Superficie climatizada | 51,87 | $m^2$ |
| Altura media del entrepiso | 2,70 | m |
| Relación área de envolvente - volumen climatizado (S/V) | 1,43 | $m^2/m^3$ |
| Factor de intercambio térmico medio ($b_{tr}$) | 0,73 | |
| Capacidad térmica total (C) | 3,42 | kWh/K |

**Transmitancia media ($K_m$)**

| | | |
|---|---|---|
| Paredes | 1,45 | $W/m^2K$ |
| Cubierta | 0,81 | $W/m^2K$ |
| Piso | 0,76 | $W/m^2K$ |
| Aberturas | 4,78 | $W/m^2K$ |

**Invierno**

| | | |
|---|---|---|
| Requerimiento de energía útil ($E_{U;I}$) | 1.293 | kWh |
| Requerimiento de energía secundaria ($E_{S;I}$) | 359 | kWh |
| Requerimiento de energía primaria ($E_{P;I}$) | 1.185 | kWh |
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{inv}$) | 265 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{inv}/A_U$) | 5,10 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{inv}$) | 12,76 | h |
| Capacidad de calefacción requerida | 3,93 | kW |
| Capacidad de calefacción instalada | 8,15 | kW |
| Rendimiento equivalente de calefacción ($\eta_C$) | 3,60 | |
| Factor de conversión a energía primaria ($f_{P;C}$) | 3,30 | |

**Verano**

| | | |
|---|---|---|
| Requerimiento de energía útil ($E_{U;V}$) | 2.306 | kWh |
| Requerimiento de energía secundaria ($E_{S;V}$) | 721 | kWh |
| Requerimiento de energía primaria ($E_{P;V}$) | 2.378 | kWh |
| Coeficiente global de intercambio térmico ($H_{ver}$) | 363 | W/K |
| Coeficiente global de intercambio térmico específico ($H_{ver}/A_U$) | 7,00 | $W/m^2K$ |
| Constante de tiempo ($\tau_{ver}$) | 9,54 | h |
| Capacidad de refrigeración requerida | 4,30 | kW |
| Capacidad de refrigeración instalada | 8,15 | kW |
| Rendimiento equivalente de refrigeración ($\eta_r$) | 3,20 | |
| Factor de conversión a energía primaria ($f_{P;r}$) | 3,30 | |

Figura VIII. Requerimiento de energía primaria. Fuente: Aplicativo informático para Etiquetado de Vivien

Ediciones
del ITDAHu

Av. Maipú 228 – (3400)
Corrientes (Rep. Argentina)

ISBN 978-987-29907-7-0
9 789872 990770

UNNE

I.T.D.A.Hu.