

# TRABAJO FINAL

## Comparación entre Viviendas Tradicionales y Eficientes: Impacto Energético y Económico



**Autores:**

**Rivas, Cristian Adrián**

**Tur Espringer, Alberto**

*Carrera: Ingeniería Civil*  
*2026*

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al Ing. Alejandro Ruberto por su tiempo, dedicación y paciencia en cada una de las correcciones realizadas a lo largo de este proceso. Su acompañamiento constante no solo nos permitió desarrollar y profundizar esta temática, sino también comprenderla en su totalidad, dándole sentido a cada una de sus partes. Valoramos especialmente su apoyo para llevar adelante una propuesta que trasciende lo académico, proyectándose como una obra con posibilidades concretas de materialización futura.

Asimismo, agradecemos al Ing. Hugo D. Zurlo, nuestro tutor, por brindarnos el sustento teórico necesario para respaldar y defender nuestra visión. Su aporte fue fundamental para dotar de solidez conceptual y estructura a nuestro trabajo, enriqueciendo significativamente el desarrollo del mismo.

A ambos, nuestro reconocimiento por su compromiso, guía y valiosa contribución en esta etapa tan importante de nuestra formación.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar y comparar el desempeño energético, económico y ambiental de una vivienda de construcción tradicional respecto de una vivienda eficientemente mejorada, considerando su aplicación en la ciudad de Resistencia, Chaco, caracterizada por un clima cálido y húmedo.

En primer lugar, se estudia una vivienda tradicional, evaluando sus características constructivas, el comportamiento o térmico de su envolvente y su nivel de confort higrotérmico conforme a las normas IRAM. Asimismo, se determina su consumo energético y el costo de ejecución.

Posteriormente, se plantea una propuesta de mejora basada en criterios bioclimáticos, incorporando optimización de la envolvente térmica, ventilación natural, sistemas eficientes de climatización y la implementación de energías renovables, como el uso de un sistema fotovoltaico y un termotanque solar. Se analizan las condiciones climáticas locales mediante herramientas como el diagrama de Givoni, permitiendo definir estrategias pasivas adecuadas al contexto regional.

A partir de los cálculos realizados, se observa una reducción significativa en la transmitancia térmica de muros y cubiertas, mejorando los niveles de confort y disminuyendo la demanda energética destinada a climatización. Asimismo, se evidencia una reducción en el consumo eléctrico y en los costos operativos de la vivienda mejorada, a pesar de presentar un mayor costo inicial.

Finalmente, el trabajo concluye que la incorporación de estrategias de eficiencia energética y tecnologías sustentables no solo mejora el confort de los usuarios, sino que también resulta económicamente viable a largo plazo, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y promoviendo un modelo de construcción más sostenible.

## ÍNDICE

Capítulo I – Antecedentes y puntos considerados	
Introducción, objetivos.....	06
Antecedentes y trabajo similares.....	08
Ejemplo n° 1 .....	08
Ejemplo n° 2 .....	10
Capítulo II – Vivienda tradicional	
Descripción del lugar a ubicar la vivienda.....	14
Cercanía con centro neurálgico.....	17
Infraestructura y servicios actualmente existente.....	18
Análisis paquetes de cerramiento: muro y cubierta.....	18
Cálculo de transmitancia térmica (IRAM 11.601).....	20
Cálculo del nivel de confort higrotérmico (IRAM 11.605).....	23
Consumo eléctrico residencial (tabla de artefactos).....	27
Presupuesto de la vivienda tradicional.....	30
Capítulo III – Vivienda eficientemente mejorada	
Análisis del clima (Resistencia, Chaco).....	32
Clasificación bioclimática (IRAM 11.603).....	34
Diagrama de Givoni y estrategias bioclimáticas.....	35
Ventilación y hermeticidad.....	38
Elección del sistema de refrigeración.....	42
Sistema agua caliente .....	43
Capítulo IV – Mejora de la envolvente y materiales	
Mejora de aislación térmica en el muro de cerramiento.....	47
Mejora en el cerramiento de la cubierta.....	48
Cálculo de transmitancia del muro mejorado.....	49
Cálculo de transmitancia de cubierta mejorado.....	50
Cálculo del nivel de confort del muro y cubierta mejorado.....	51
Calculo del ahorro de energía para refrigerar la vivienda.....	52
Analisis y control de puentes térmicos en la envolvente mejorada.....	53
Capítulo V – Sistemas fotovoltaicos y análisis económico	
Radiación solar.....	56
Evaluación de los paneles solares a instalar en la vivienda.....	57
Criterio de selección para la vivienda.....	57
Clasificación de los sistemas fotovoltaico.....	59
Calculo de cantidad de paneles solares a instalar.....	61
Comparación de sistemas fotovoltaicos para la vivienda eficiente.....	62
Análisis económico comparativo.....	65
Presupuesto de la vivienda eficientemente mejorada.....	66



Capítulo VI – Análisis económico comparativo	
Comparativa económica.....	68
Incorporación de variables técnicas en el análisis .....	68
Análisis culitativo complementario.....	70
Capítulo VII – Conclusiones y sugerencias	
Conclusiones principales (energía, economía, confort).....	71
Sugerencias, recomendaciones y líneas para investigación futura.....	72
Bibliografía y fuentes.....	74
Anexo N° 1	
Planilla N.º 1 — Cómputo y presupuesto (materiales y mano de obra), costo - costo.	
Planilla N.º 2 — Análisis de precio.	
Planilla N.º 3 — Cómputo y presupuesto de la vivienda mejorada.	
Planilla N.º 4 — Análisis de precio de termotanque y paneles solares.	
Anexo N° 2	
Plano N° 1 — Ubicación de la vivienda.	
Plano N° 2 — Planta gral., planta de techo, cortes y vista.	
Plano N° 3 — Plano eléctrico.	
Plano N° 4 — Detalle constructivo y ubicación de paneles solares.	
Plano N° 5 — Detalle constructivo de termotanque solar.	
Plano N° 6 — Plano de ventilación natural.	

## INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de crisis ambiental y energética, la necesidad de mejorar la eficiencia en el consumo de recursos de las viviendas se ha vuelto imperativa.

Las viviendas tradicionales construidas con métodos y materiales convencionales requieren variada cantidad de recursos tanto en su etapa de construcción como durante su funcionamiento cotidiano. Generalmente se emplean materiales básicos como mampostería de ladrillo común, cubiertas de chapa galvanizada, aberturas de aluminio o PVC, e incluso estructuras de hormigón, muy utilizadas en Resistencia y en gran parte de la región; a esto se suma la demanda de energía para servicios esenciales como electricidad, agua y gas.

Este tipo de vivienda, si no se gestiona de manera eficiente, puede implicar costos innecesarios y no siempre garantiza condiciones óptimas de confort para sus ocupantes.

## OBJETIVOS

Este trabajo titulado “*Comparación entre Viviendas Tradicionales y Eficientes: Impacto Energético y Económico*”, tiene como objetivo analizar y comparar las características de una vivienda de construcción tradicional y su contraparte eficiente, evaluando el desempeño de ambas en términos de recursos, costos y beneficios.

El mismo propone calcular el costo inicial de una vivienda tradicional y compararlo con el de una versión mejorada.

## CONSIDERANDOS:

Se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

En la vivienda tradicional:

- Ubicación de la vivienda.
- Análisis de los paquetes de cerramientos en muros y cubierta.
- Cálculo de la transmitancia de los cerramientos (muros y cubierta) según normas IRAM 11.601.
- Cálculo del nivel de confort de la vivienda según normas IRAM 11.605.
- Cálculo del consumo eléctrico necesario para los distintos artefactos de la vivienda.
- Cómputo y presupuesto de materiales y mano de obra de acuerdo al proyecto.



En la vivienda mejorada:

- Análisis del clima y la radiación solar de la zona donde se implantará la vivienda.
- Cálculo de la transmitancia del paquete estructural de los cerramientos propuestos según normas IRAM 11.601.
- Cálculo de los niveles de confort higrotérmico de los paquetes de cerramientos propuestos según normas IRAM 11.605.
- Evaluación del sistema de agua caliente para la vivienda.
- Evaluación del sistema fotovoltaico a utilizar, Sistema Fotovoltaico Autónomo (SFA) o Sistema Fotovoltaico Conectado a Red (SFCR).
- Cálculo de la cantidad de paneles solares fotovoltaicos según el consumo requerido.
- Cómputo y presupuesto de materiales y mano de obra de la vivienda mejorada, incluyendo el costo de los paneles solares fotovoltaicos y su instalación.

Este análisis no solo se centrará en los costos iniciales, sino también en la amortización y los beneficios ambientales a largo plazo que una vivienda eficiente puede proporcionar.

Aunque el valor inicial de una vivienda sustentable es mayor, los ahorros energéticos y económicos derivados de la reducción en el consumo de energía contribuyen a un impacto ambiental positivo.

Los resultados de este estudio buscan sentar una base sólida para fomentar la adopción de prácticas sostenibles en la construcción residencial y promover el uso de tecnologías avanzadas que, a largo plazo mejoren la calidad de vida de los ocupantes.

Se comparan los valores obtenidos para mostrar cuánta energía se ahorra con los cerramientos mejorados y la eficiencia energética, analizando el tiempo de amortización de la inversión inicial en mejoras energéticas.

A continuación, se citan ejemplos de casas que optimizan la eficiencia energética y el confort, llamadas “casas pasivas”.

Si bien la construcción de la misma fue realizada en Mar del Plata, donde el clima es templado y frío, se lo puede tomar como un ejemplo desde el punto de vista de su objetivo de “eficiencia energética”.

En la región chaqueña el clima es cálido y húmedo, debiéndose tomar otras medidas pasivas, adoptando estrategias bioclimáticas más adecuadas al lugar para alcanzar el confort térmico.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES DE TRABAJOS SIMILARES

La necesidad de reducir el consumo de energía eléctrica y proteger el medio ambiente es cada vez más evidente y la eficiencia energética en las viviendas no solo disminuye la demanda de recursos, sino que también contribuye a mitigar la perturbación ambiental y reducir costos a largo plazo.

Debido a esto, cada vez se construyen más viviendas eficientes y estos son algunos ejemplos:

### EJEMPLO N° 1

En el contexto actual, donde la sustentabilidad es una prioridad incuestionable, una tecnología de origen alemán está comenzando a implementarse en Argentina, especialmente en la Costa; se trata de las 'Casas Pasivas', un innovador concepto de construcción que optimiza la eficiencia energética y el confort.

Paolo Massacesi (año 2020), arquitecto a cargo de la construcción de una vivienda con estas características en Mar del Plata, lideró la obra de la primera de estas casas en Argentina y una de las primeras en toda América Latina: el Edificio La Dianita (imagen N° 1). Él lo explica de manera sencilla pero impactante: “Una casa de 300 o 400 metros cuadrados se calienta con lo que consume un secador de pelo, básicamente nada. Esa es la gran ventaja, hay un compromiso con el medioambiente”.



**IMAGEN N° 1:** “Edificio La Dianita” Vivienda unifamiliar en Mar del Plata, Buenos Aires (Argentina)



**IMAGEN N° 2:** Dormitorio del edificio La Dianita

Es importante destacar que, aunque son más complejas de construir en comparación con las viviendas tradicionales, las casas pasivas siguen un conjunto de cinco principios fundamentales: aislamiento térmico, estanqueidad, ventilación controlada, eliminación de puentes térmicos y carpintería de alto rendimiento (imagen N° 2).

El aislamiento térmico de alto calibre, como la lana de vidrio de 15 a 18 cm de espesor, se utiliza para mantener la temperatura interior constante; la estanqueidad, por otro lado, garantiza que estas viviendas sean herméticas al paso del aire, con un flujo de aire exterior e interior que se reduce de 15 a 20 veces menos en comparación con una vivienda tradicional.



**IMAGEN N° 3:** fachada del "Edificio La Dianita"

La ventilación controlada, el tercer pilar, asegura la calidad del aire interior, con una recuperación de calor que alcanza niveles del 85 a 97%; esto significa que, incluso en



condiciones extremadamente frías en el exterior, el aire que ingresa a la casa se mantiene a una temperatura confortable.

Las casas pasivas también se deshacen de los puentes térmicos, empleando materiales altamente conductores y además cuentan con carpintería de alto aislamiento que incorpora un triple vidriado hermético, diseñado específicamente para evitar cualquier transferencia de calor no deseada, para ello se utilizan vidrios avanzados y gas argón para maximizar la eficiencia térmica (imagen N°4).



**IMAGEN N° 4:** contra fachada del Edificio La Dianita

## EJEMPLO N° 2 Vivienda Pasiva en Córdoba (clima cálido).

En regiones de clima templado–cálido, como Córdoba, el concepto de Casa Pasiva también comienza a dársele importancia, como respuesta a la necesidad de reducir el consumo energético sin perder confort.

Un caso concreto es la primera vivienda certificada Passivhaus Classic en Córdoba, Argentina, desarrollada por el estudio CUARANTA MORELLO arquitectos en colaboración con la especialista Evangelina Morello y certificada por Micheel Wassouf en 2020.

Este proyecto se destaca no solo por ser pionero en la región sino también por demostrar que el estándar Passivhaus es aplicable y eficiente en climas cálidos, donde el desafío principal radica en evitar el sobrecalentamiento y reducir la demanda de refrigeración, siendo una estrategia; ventilación cruzada (imagen N°5).

El diseño combina sistemas constructivos tradicionales con tecnologías avanzadas, logrando un equilibrio entre confort interior y eficiencia energética.

Principios aplicados y soluciones constructivas



1. Envolvente térmica optimizada: muros de ladrillo común de 13 cm de ancho, combinados con un sistema de aislamiento exterior SATE de EPS de 8 cm, que actúa como una barrera contra la ganancia de calor del exterior.
2. Hermeticidad al aire: el control de filtraciones alcanza un valor de 0,6 renovaciones por hora, dentro de los límites del estándar Passivhaus.
3. Sistemas de climatización eficientes: incorpora bomba de calor para calefacción, radiadores eléctricos y un sistema de efecto Joule para agua caliente sanitaria (ACS).
4. Protección contra sobrecalentamiento: aunque no se detalla el uso de aleros o vegetación, el proyecto logra mantener la frecuencia de sobrecalentamiento en valores muy bajos (5,4 %).
5. Eficiencia energética global: la vivienda combina aislamiento, sistemas activos eficientes y un diseño compacto para minimizar la demanda anual de energía.

#### Indicadores de desempeño

- Demanda de calefacción: 10,6 kWh/m<sup>2</sup>·año
- Carga de calefacción: 20,1 W/m<sup>2</sup>
- Demanda de energía primaria renovable: 48,9 kWh/m<sup>2</sup>·año
- Hermeticidad: 0,6 renovaciones/hora
- Sobrecalentamiento: 5,4 %

#### *Significado del proyecto*

Este caso representa un hito en la construcción sustentable de Argentina, al ser la primera vivienda pasiva certificada en Córdoba; su importancia radica en demostrar la viabilidad del estándar Passivhaus en climas cálidos donde la eficiencia se centra no solo en conservar calor en invierno, sino principalmente en reducir la ganancia térmica y evitar la dependencia de sistemas de refrigeración convencionales.

Sintetizando algunas pautas y criterios de desarrollo constructivo y considerando que las nuevas tecnologías en materia de construcción y climatización contribuyen a conservar mejor el confort interior de las viviendas y a reducir significativamente el consumo energético, es posible afirmar que el mercado ofrece hoy alternativas concretas para disminuir el gasto energético y paliar el impacto del aumento de las tarifas.

Los ejemplos analizados —la casa pasiva de Mar del Plata, diseñada para climas fríos y húmedos, y la vivienda pasiva en Córdoba, adaptada a un contexto cálido— demuestran que es posible alcanzar elevados estándares de eficiencia energética en diferentes regiones del país, logrando un confort interior estable con consumos mínimos. Estas experiencias pioneras en Argentina evidencian que la sustentabilidad no es un concepto abstracto, sino una práctica aplicable y adaptable a realidades climáticas diversas.

La construcción modular está revolucionando el mercado de viviendas. Se trata de un modelo especial de fabricación que además combina resistencia, sustentabilidad y alto



rendimiento energético, también se edifican en menos de 90 días. Su rapidez deriva, entre otras cosas, de que 95% de una casa sustentable se produce en una fábrica bajo condiciones controladas.

“El sistema constructivo modular podría lograr ahorros superiores a 30% de energía en el acondicionamiento general de las viviendas”, detallaron desde la Cámara Argentina de Acero (CAA). El ahorro se consigue a través de la aislación térmica alcanzada por toda la configuración de la casa incluyendo el techo, las paredes, las ventanas, la losa de suelo y fundamentalmente las lanas de vidrio.

Todas combinadas entre acero y hormigón; las casas sustentables también alcanzan una aislación acústica de 40%, evitando cualquier ruido molesto del exterior.

“El uso inteligente de cada elemento que interviene en la producción conlleva un aumento de la sustentabilidad de los módulos constructivos, garantizado también por el etiquetado de viviendas, que es el sistema nacional que las define según su eficiencia energética”, indicaron desde la CAA.

En esta línea, la organización no gubernamental AGBC (Argentina Green Building Council) compartió algunos ejemplos de soluciones que, con mayor o menor intervención de obra y presupuesto, se pueden implementar en viviendas nuevas o reformas para que sean más sustentables:

- Aislación integral de paredes y techos: Siempre que sea posible, la aislación térmica se debe ubicar en la cara externa de un muro. Según los especialistas así se consigue la mayor efectividad ya que se obtiene mayor inercia térmica y se evita la condensación de humedad en la pared.

Otra opción es intervenir la fachada desde la cara interna, en ese caso, se agrega el aislante sobre la pared existente y luego, como terminación, placas de yeso y la pared queda lista para pintar o empapelar.

- Ventanas eficientes de aluminio y PVC: Las aberturas de PVC se destacan por el grado de hermeticidad debido a la aislación térmica y acústica; a su resistencia y mínimo mantenimiento, lo que ayuda a optimizar la energía consumida en la vivienda.

Los perfiles de PVC garantizan una baja conductividad térmica, su diseño multicámara, el sistema de cierre perimetral y el uso de doble vidriado hermético pueden lograr una disminución de más de 50% de las pérdidas de energía producidas a través de las aberturas y reducir el consumo de energías no renovables para climatizar (y calefaccionar) los ambientes del hogar.

- Vidrios especiales: El doble vidrio aislante asegura el aislamiento de los espacios interiores como pieza fundamental dentro de un sistema de carpintería eficiente, siempre se fabrican a medida; el espesor y el tipo de vidrios que se utilicen dependerá de las particularidades y requerimientos del lugar donde se los instale (imagen N°6).

- Climatización integral: La implementación de geotermia con pisos radiantes y enfriantes, sumados a un sistema específico para aprovechar la temperatura del suelo por medio de tubos de líquido refrigerante, reducen al máximo el consumo de energía eléctrica, que puede abastecerse con paneles solares, incluyendo la iluminación LED.



**IMAGEN N° 5:** vista inferior de vivienda pasiva, uso de ventilación cruzada.



**IMAGEN N° 6:** vista interior de vivienda pasiva, enfoca abertura de PVC, doble vidrio hermético

# CAPÍTULO II

## Vivienda Tradicional

Una vivienda tradicional es aquella que se construye in situ, es decir, directamente en el lugar donde va a emplazarse, a partir de técnicas constructivas que han sido transmitidas de generación en generación y con el uso predominante de materiales locales disponibles en la región.

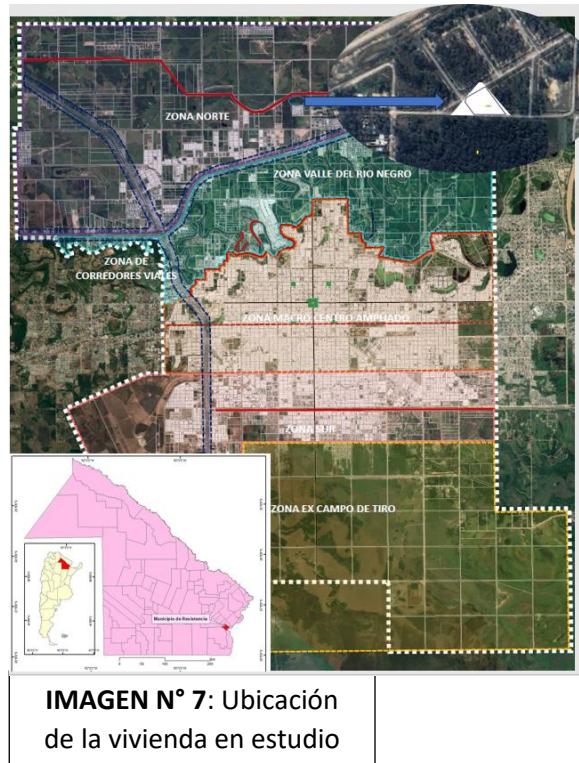
Este tipo de vivienda surge como una respuesta cultural, social y ambiental a las condiciones específicas de cada territorio ya que refleja las costumbres, el modo de vida y la organización comunitaria de sus habitantes.

### 1-DESCRIPCIÓN DEL LUGAR A UBICAR LA VIVIENDA

La vivienda objeto de este análisis estará ubicada en la zona norte de Resistencia, Chaco.

La elección de esta ubicación responde a que el cliente ya cuenta con un terreno disponible en dicho sector, lo cual determina el emplazamiento del proyecto. Este factor no es menor, ya que el sitio de emplazamiento es clave en cualquier proyecto de ingeniería; define y condiciona diversos aspectos técnicos, operativos y económicos, además de permitir una adecuada adaptación del diseño a las características climáticas, topográficas y culturales del lugar.

Resistencia, situada en el noreste argentino, presenta un clima cálido y húmedo típico de la región chaqueña, con temperaturas elevadas durante gran parte del año y alta incidencia de radiación solar. Estas condiciones hacen especialmente relevante el diseño de una vivienda eficiente que aproveche las energías renovables, como la solar y minimice la necesidad de climatización activa. En particular la zona norte de la ciudad fue seleccionada no solo por la disponibilidad del terreno, sino también por su accesibilidad y desarrollo urbano en expansión permite evaluar el impacto de la transición de viviendas tradicionales hacia modelos energéticamente eficientes en un entorno representativo de la región. Este contexto proporciona una base sólida para analizar las ventajas económicas, energéticas y ambientales que este tipo de construcciones puede aportar a la comunidad.



**IMAGEN N° 7:** Ubicación de la vivienda en estudio

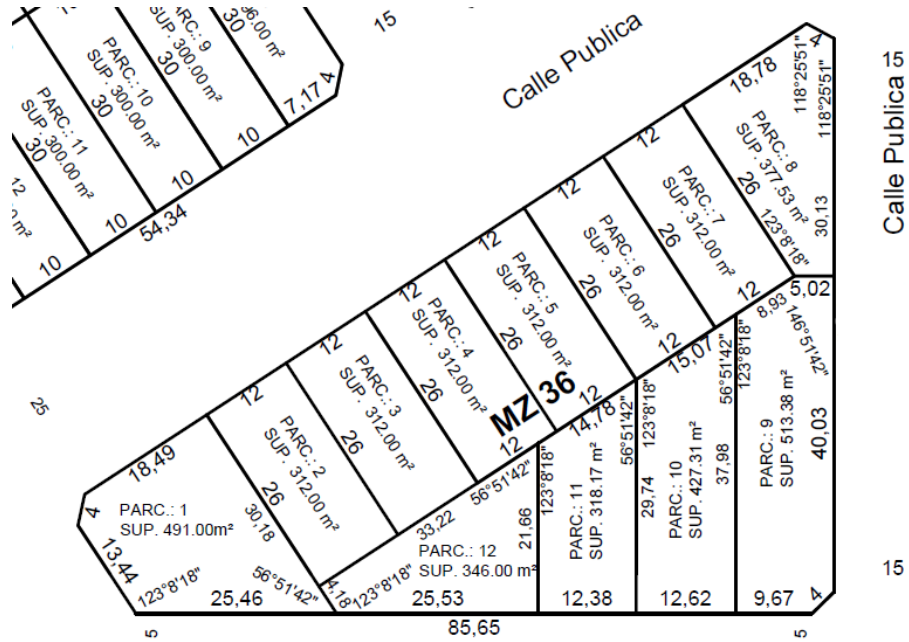
A continuación, se muestra la imagen n° 7 de la zona donde se emplazará la vivienda, que ilustra la ubicación y las características del entorno y también se observa en el croquis de ubicación en la imagen n° 8.

La vivienda a analizar se desarrollará sobre un terreno ubicado en la zona norte de Resistencia, Chaco; el terreno cuenta con una forma irregular tipo trapecial y una superficie total de 491 m<sup>2</sup>. Su longitud de frente es de 21,30 metros, mientras que la longitud promedio del fondo es de 23,22 metros.

La fachada del terreno está orientada hacia el norte lo que favorece la incorporación de diseño pasivo en el proyecto. Esta orientación permite que la mayor parte de las aberturas se ubiquen hacia el sur-este, lo cual es ideal para maximizar el aprovechamiento de la iluminación natural y asegurar una adecuada ventilación cruzada; este enfoque optimiza el rendimiento energético de la vivienda, reduciendo la necesidad de climatización artificial y aprovechando la energía solar disponible de manera eficiente.

La orientación y distribución de los espacios permiten la implementación de estrategias pasivas, como el control solar adecuado, que contribuyen a la eficiencia energética de la vivienda, mejorando el confort interior durante todo el año.

## CROQUIS DE UBICACIÓN



**IMAGEN N° 8:** Plano de loteo, la vivienda en estudio corresponde a la parcela n° 1



## CERCANÍA AL CENTRO NEURÁLGICO

El terreno se encuentra en una zona residencial del tipo Rd, caracterizada por su tranquilidad y organización urbanística; además su cercanía al centro neurálgico de la ciudad garantiza acceso rápido a servicios, grandes cadenas de comercios y una conexión eficiente con las principales rutas nacionales, como la RN 16. Estas características hacen

de la ubicación un punto estratégico tanto para la vida cotidiana como para el desarrollo sostenible del proyecto.

## INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS ACTUALMENTE EXISTENTES

La zona donde se encuentra ubicado el terreno cuenta con provisión de agua potable, acceso a la red eléctrica, sendas peatonales, iluminación pública y cunetas bien delimitadas que favorecen el buen drenaje de precipitaciones en exceso, condiciones que aseguran un entorno adecuado para el desarrollo del proyecto, garantizando habitabilidad, seguridad y funcionalidad.

La presencia de estos servicios básicos y características urbanas facilita también la implementación de sistemas complementarios, como paneles solares, en sinergia con la infraestructura eléctrica existente.

## 2- ANÁLISIS DE LOS PAQUETES DE CERRAMIENTOS EN MUROS Y CUBIERTAS DE LA VIVIENDA TRADICIONAL

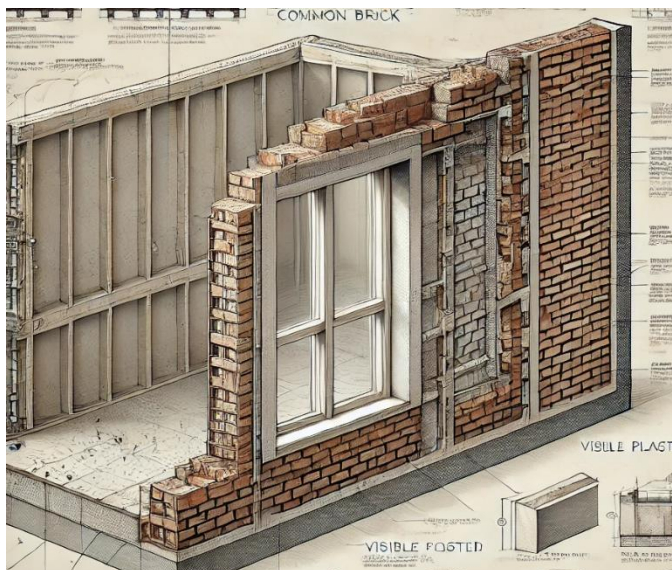


IMAGEN N° 10: Detalle constructivo de muros

El paquete de cerramiento del muro de la vivienda está compuesto por:

- El cerramiento exterior se resuelve principalmente con mampostería de ladrillo común visto, que cumple función estructural y de terminación. En sectores puntuales se incorporan paños con revoque y revestimiento como tratamiento complementario de acabado.
- Interior: revoque completo, proporciona una superficie para recibir terminaciones como pintura o revestimientos.

Este tipo de cerramiento, con un espesor total de 20 cm, es el sistema constructivo más usual en la región, destacándose por su simplicidad y practicidad en la ejecución (imagen N°10).

El paquete de cerramiento de la cubierta de la vivienda está compuesto por:

- Exterior: chapa galvanizada, que actúa como el elemento principal de protección frente a las inclemencias climáticas, brindando durabilidad y resistencia.
- Estructura de soporte: correas de chapa galvanizada, que aseguran la estabilidad y soporte adecuado para la cubierta.
- Interior: revestimiento de durlock con junta tomada, que ofrece una superficie lisa y uniforme, ideal para terminaciones interiores.

Este sistema constructivo es práctico y ampliamente utilizado en la región por su eficiencia en la instalación y su compatibilidad con diseños funcionales (imagen N°11)

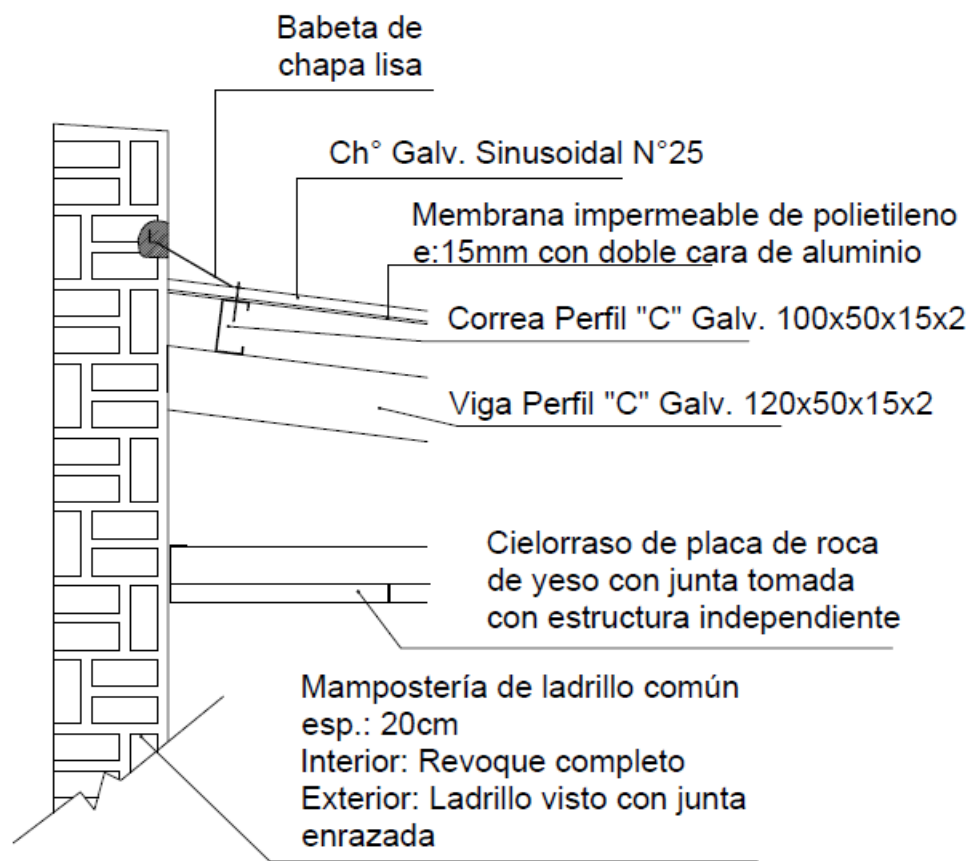


IMAGEN N° 11: Detalle constructivo cubierta

Como se observa, la envolvente de la vivienda, no incorpora un tratamiento específico destinado a mejorar la aislación térmica entre el medio exterior y el interior; esta ausencia de medidas de eficiencia térmica resulta en mayor consumo energético, especialmente durante los períodos de temperaturas extremas, para alcanzar niveles de confort adecuados para los ocupantes, sin embargo e incluso con este consumo energético



adicional, las condiciones interiores no siempre logran ser óptimas, lo que evidencia la necesidad de implementar soluciones de diseño más eficientes.

### 3- CÁLCULO DE TRANSMITANCIA DE LOS CERRAMIENTOS DE MUROS Y CUBIERTA SEGÚN NORMAS IRAM 11601.

El flujo calorífico es un fenómeno físico que se manifiesta como la transferencia de energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura hacia otro de menor temperatura. En el ámbito edilicio, este proceso ocurre principalmente por conducción térmica, a través de las distintas capas que conforman los elementos de cerramiento de la envolvente (muros, techos, pisos, etc.).

Si bien dicha transferencia no puede ser completamente evitada, su magnitud puede ser considerablemente atenuada mediante el uso de materiales con propiedades aislantes adecuadas, lo que permite optimizar el comportamiento térmico del edificio y alcanzar niveles de confort acordes a las exigencias del usuario y al clima del entorno.

#### *Cálculo de transmitancia y resistencia térmica:*

El flujo de energía térmica se cuantifica mediante un coeficiente de transmitancia térmica “K”, siendo este la cantidad de energía (calor) que el material deja pasar en un metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de la misma, durante una hora por cada grado centígrado de diferencia de temperatura entre ambas caras del cerramiento, esto significa una diferencia de 1°C entre cada cara del componente.

$$K = (Wm2C^{\circ}) = \left( \frac{1}{RT} \right)$$

El coeficiente de cualquier elemento constructivo es equivalente a la inversa de su resistencia térmica RT y en un paquete estructural heterogéneo (varias capas) y está dada por la siguiente expresión:

$$RT = R_{si} + \sum (e / \lambda) + R_{se}$$

donde:

RT = resistencia térmica total (m<sup>2</sup>·°C/W)

R<sub>si</sub> = resistencia superficial interior

R<sub>se</sub> = resistencia superficial exterior

∑ (e / λ) = suma de las resistencias térmicas de cada capa del elemento

Para cada capa:

$$R = e / \lambda$$

e = espesor del material (m)

λ = conductividad térmica (W/m·°C)

Es importante aclarar que no se suman “RT de capas”, sino las resistencias individuales de cada material.

Luego, con RT se calcula el coeficiente de transmitancia térmica:

$$K = 1 / RT$$

El coeficiente de conductividad térmica del material, el valor es intrínseco de cada uno y depende de su conformación molecular interna, permitiendo el paso de energía calórica a mayor o menor velocidad. Estos coeficientes se encuentran en la tabla A. 1 “Conductividades térmicas” de la norma IRAM 11.601/1.996.

El espesor de cada material que compone el paquete estructural expresado en m.

Rsi: resistencia térmica superficial interior. Representa la resistencia al flujo de calor asociada a la película de aire en contacto con la cara interna del cerramiento. Esta capa límite, de escaso espesor y con baja velocidad de movimiento, reduce la transferencia térmica por convección.

Los valores de Rsi se adoptan de la Tabla 2 de la norma IRAM 11.601:1996, según la orientación del flujo térmico.

Se define como:

$$Rsi = 1 / ai$$

donde ai es el coeficiente superficial interior de transferencia térmica ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ).

### 3-1 Cálculo de la transmitancia de muros

Para calcular la transmitancia se debe calcular primero la resistencia térmica total (RT), que está compuesta por la resistencia térmica de cada componente del paquete de cerramiento, teniendo en cuenta la relación espesor (e) y conductividad térmica ( $\lambda$ ); más la resistencia térmica superficial exterior (Rse) y la resistencia térmica superficial interior (Rsi), sacado de tabla 2 de las normas IRAM 11601/1996.

Fórmula:

$$RT = RTe + Rse + Rsi$$

$$Rte = \frac{e}{\lambda}, \text{ siendo:}$$

- e = espesor m
- $\lambda$  = coef. de conductividad térmica.

Cálculo:

$$RT = \frac{0,12}{0,91} + \frac{0,025}{0,93} + 0,13 + 0,04 = 0,326 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

Donde:

- Rse = 0,04
- Rsi = 0,13

Obteniéndose así la transmitancia térmica (K), como la inversa de la resistencia térmica (RT).

Transmitancia térmica (K):

$$K = \frac{1}{RT} = \frac{1}{0.326} = 3,06 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

$K$  = Transmitancia del cerramiento del muro de la vivienda tradicional

### 3-2 Cálculo de transmitancia de cubierta

Para el cálculo de transmitancia del paquete de la cubierta se procede de la misma manera teniendo en cuenta todos los componentes que integran lo mismo, se calcula la (RT) resistencia térmica total, luego la transmitancia.

$$RT = R_{Te} + R_{se} + R_{si}$$

Una vez obtenida la (RT), recién se puede calcular la transmitancia térmica (K).

$\lambda$ : coef. de conductividad térmica, sacado de la tabla A1 de las normas IRAM N°11601/1996.

$$RT = \frac{0,001}{0,910} + \frac{0,015}{0,35} + \frac{0,0125}{0,51} + 0,23 + 0,10 + 0,04 = 0,44 \frac{m^2 \text{ } ^\circ C}{W}$$

$$R_{te} = \frac{e}{\delta}$$

- $e$  = espesor m
- $\lambda$  = conductividad térmica  $W/(m \cdot ^\circ C)$

Luego:

$$K = \frac{1}{RT} = \frac{1}{0,44} = 2,27 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Resultado:

$K$  = Transmitancia del paquete de cerramiento de la cubierta  $2,27 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$

Los cálculos de transmitancia en muro y cubierta nos permite saber cuánto es el pasaje de calor a través de los mismos, para luego calcular el nivel de confort que hay dentro de la vivienda tradicional, que luego será modificado con una envolvente térmica, compuesto por elementos que reducen el pasaje de calor; mejorando así el nivel de confort.

#### 4- CÁLCULO DEL NIVEL DE CONFORT DE LA VIVIENDA SEGÚN NORMAS IRAM 11605.

Para determinar el nivel de confort térmico de la vivienda se aplica la norma IRAM 11.605, que establece una clasificación del desempeño térmico de la envolvente edilicia.

La categorización se realiza considerando la zona bioambiental correspondiente y el valor del coeficiente de transmitancia térmica (K) de los elementos constructivos. El nivel asignado surge de la comparación del valor de K calculado con los valores máximos admisibles establecidos en las tablas normativas.

La norma define tres niveles de calidad térmica:

- Nivel A: recomendado.
- Nivel B: intermedio.
- Nivel C: mínimo exigible.

Para determinar el nivel correspondiente, se utilizan las tablas indicadas por la norma, considerando el valor de transmitancia térmica obtenido previamente para muros y cubiertas.

El análisis higrotérmico permite evaluar el comportamiento térmico de los elementos constructivos en función de su transmitancia y del coeficiente de absorción superficial, especialmente en la estación de verano, donde la radiación solar incide directamente sobre la envolvente.

En el caso de la vivienda analizada, el muro está compuesto por ladrillo común, material cuyo coeficiente de absorción solar es  $0,7 \pm 0,1$  (ver Tabla N° 1). Dado que este valor se encuentra dentro del rango intermedio (0,6–0,8), la transmitancia térmica calculada no requiere corrección para la evaluación estival, pudiendo utilizarse directamente los valores tabulados en la norma.

Cuando el coeficiente de absorción es inferior a 0,6, la norma establece que la transmitancia térmica debe mayorarse para la verificación en verano, a fin de contemplar el menor calentamiento superficial. En cambio, si el coeficiente es superior a 0,8, la transmitancia debe minorarse según el tipo de elemento (muro o cubierta), aplicando el porcentaje indicado en las tablas correspondientes. Estas correcciones se aplican únicamente para la verificación en la estación de verano.

Para la estación de invierno, se adopta directamente la transmitancia térmica calculada, sin aplicar modificaciones por absorción superficial.

Tabla 1. Valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores (fuente: IRAM 11605).

<b>Materiales</b>			
<b>Materiales</b>	<b>Coeficiente de absorción</b>		
Ladrillo común	0,7		
Ladrillos negros oscuros	0,75 - 0,85		
Ladrillos rojos claros	0,50 - 0,60		
Hormigón a la vista	0,7		
Hormigón a la vista (texturado)	0,8		
Hormigón con agregado y cemento blanco	0,5		
Revoque	0,55		
Revoque claro	0,4		
Marfil blanco	0,40 - 0,50		
Baldosas rojas	0,85		
Fibro cemento	0,6		
Aluminio anodizado (natural)	0,45		
Aluminio envejecido	0,6		
Chapa galvanizada	0,5		

<b>Pinturas</b>			
<b>Color</b>	<b>Claro</b>	<b>Mediano</b>	<b>Oscuro</b>
Amarillo	0,3	0,5	0,7
Castaño claro (beige)	0,35	0,55	0,6
Castaño	0,45	0,75	0,85
Rojo	0,65	0,8	0,5
Verde	0,4	0,7	0,85
Azul	0,4	0,75	0,6
Gris	0,45	0,65	0,75
Anaranjado	0,4	0,6	0,75
Rosa	0,45	0,55	0,7
Púrpura	0,6	0,8	0,5
Aluminio	0,45	-	-
Negro	-	-	0,65

Luego se tienen las siguientes tablas para calcular los niveles de confort según la estación (verano - invierno) y según sea el cerramiento (muro - cubierta).

Tabla 2. Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros (fuente: IRAM 11605)

en  $W/m^2.K$

<b>Zona Bioambiental</b>	<b>Nivel A</b>	<b>Nivel B</b>	<b>Nivel C</b>
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

Tabla 3. Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para techos (fuente: IRAM 1605)

en  $W/m^2.K$

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Los valores establecidos en estas tablas corresponden a elementos de cerramiento cuya superficie exterior presenta un coeficiente de absorción de la radiación solar igual a 0,7 +/- 0,1.

Para coeficientes menores a 0,6 se deben incrementar los valores de transmitancia térmica admisibles en los porcentajes siguientes:

- Tabla muros: 20%
- Tabla techos: 30%

En el caso de elementos de cerramiento cuya superficie exterior presenta un coeficiente de absorción de la radiación solar mayor que 0,8; se deben disminuir los valores de transmitancia térmica máximo admisible en los porcentajes siguientes:

- Tabla muros: 15%
- Tabla techos: 20%

Para la estación de invierno se usa la tabla:

Tabla 4. Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de inviernos para muros (fuente: IRAM 11605)

en W/m<sup>2</sup>K

Temperatura exterior de diseño (t <sub>ed</sub> ) [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
- 15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
- 14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
- 13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
- 12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
- 11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
- 10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
- 9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
- 8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
- 7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
- 6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
- 5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
- 4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
- 3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
- 2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
- 1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥ 0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

#### 4-1 Cálculo de nivel de confort de muro

- Coeficiente de absorción del ladrillo es de 0,70, por lo tanto, no se modifica para entrar en tabla.

- Nuestra transmitancia calculada es de  $3,06 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ , según la tabla N°2 entrando por la zona bioambiental I nuestra transmitancia calculada supera el nivel "c" para la estación de verano.

- Para la estación de invierno se usa la tabla N°4, entrando también por zona bioambiental, nuestra transmitancia calculada de  $3,06 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$  superó el nivel "c".

Verano:

$$3,06 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} > 0,72 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Invierno:



$$3,06 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}, > 1,00 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

## 4-2 Cálculo del nivel de confort cubierta

• Nuestro material donde incide el calor es chapa galvanizada, por lo tanto el coeficiente de absorción es  $0,5 < 0,6$ , se debe aumentar la transmitancia calculada para entrar en la tabla N°4. Se mayor en un porcentaje de 30 % por ser cubierta entonces:

Transmitancia calculada de  $2,27 (W/m^2 \cdot ^\circ C)$  más 30% es  $2,95 (W/m^2 \cdot ^\circ C)$ .

Verano

$2,95 (W/m^2 \cdot ^\circ C) > 1,80 (W/m^2 \cdot ^\circ C)$ , supera al nivel C.

Invierno

$2,27 (W/m^2 \cdot ^\circ C) > 1,00 (W/m^2 \cdot ^\circ C)$ , supera al nivel C.

Calculados los niveles de confort de la vivienda tradicional podemos ver que se encuentra muy por encima del nivel C (nivel mínimo), esto quiere decir que debemos mejorar esta condición con una envolvente térmica.

## 5-CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RESIDENCIAL

La electricidad es un servicio público esencial para la vida y el confort, debe llegar a todos por igual y cumplir una calidad mínima. Este servicio es una cadena formada, a grandes rasgos, por tres eslabones: los generadores, transportistas y los distribuidores.

De estos, el distribuidor es la cara más visible para el usuario, ya que se encarga de llevar la energía eléctrica desde la red de transporte hasta cada hogar o comercio.

Hay que tener en cuenta que si alguno de los eslabones falla o tiene algún inconveniente el suministro de energía se verá comprometido, aunque los demás eslabones están en óptimas condiciones.

Los usuarios residenciales con un medidor monofásico tienen un tope de potencia de  $10kW$ , lo que implica que el hogar puede demandar una potencia simultanea de hasta  $10 kW$ .

En cuanto al consumo de energía eléctrica en los hogares en Argentina, el desglose aproximado es el siguiente:

Iluminación: El consumo de electricidad para iluminación, especialmente en viviendas con bombillas incandescentes, representa entre 20% y 30% del total del consumo eléctrico

en los hogares, porcentaje que ha disminuido con la adopción de tecnologías más eficientes como las bombillas LED.

## Electrodomésticos

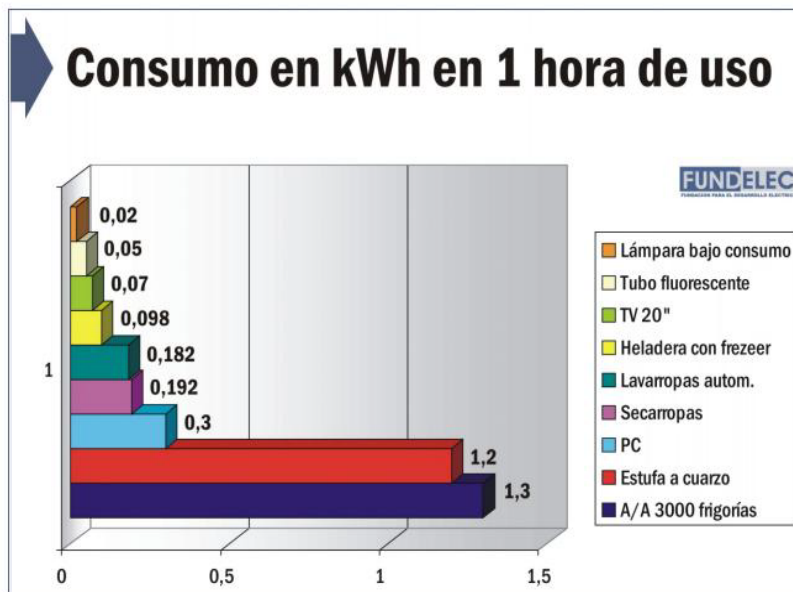
Heladeras: Aproximadamente 20% del consumo eléctrico de los hogares se destina a la heladera, que es un dispositivo de uso continuo.

Televisión, computadoras, lavarropas, planchas y otros electrodomésticos: Este grupo consume 30% restante de la electricidad, donde los equipos de mayor uso son la TV, la PC y el lavarropas.

Climatización: El uso de aires acondicionados y calefacción representa una parte significativa del consumo eléctrico, especialmente durante los meses de calor y frío extremos. Aunque la cifra exacta puede variar según la región, se estima que la climatización (ya sea para frío o calor) puede llegar a representar entre 30% y 40% del total del consumo de energía eléctrica en los hogares ([Argentina.gov.ar](http://Argentina.gov.ar)).

Con la mejora en la eficiencia energética y el uso de tecnologías como paneles solares y electrodomésticos de bajo consumo, estos porcentajes pueden reducirse significativamente, ayudando tanto a la economía doméstica como al ambiente.

A continuación, puede observarse en la imagen N° 12 los consumos kWh por artefacto.



**IMAGEN N° 12:** “Consumos en kWh en 1 hora de uso” (Fuente: Informe consumo hogareño de electricidad y su impacto en la tarifa final- FUNDELEC)

“Consumos bimestrales de energía eléctrica” Fuente: (elaboración propia en base a valores obtenidos por medio de ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad).

Con el objeto de estimar la demanda eléctrica de la vivienda analizada, se realizó un relevamiento de los artefactos instalados, su potencia nominal y el tiempo promedio diario de uso. El consumo energético diario se determinó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo diario (kWh/día)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{horas de uso (h/día)} \times \text{cantidad de equipos}$$

Los valores de potencia adoptados se obtuvieron a partir de datos técnicos publicados por el ENRE y fabricantes, mientras que las horas de uso corresponden a un perfil de ocupación típico de una vivienda familiar permanente.

La Tabla 5 presenta el detalle de consumos por artefacto, resultando un consumo total diario de: 38,93 kWh/día.

Este valor constituye un escenario promedio de referencia para una vivienda unifamiliar equipada con climatización mediante equipos split, electrodomésticos de uso habitual y artefactos de confort doméstico.

$$\text{La extrapolación anual arroja: } 38,93 \text{ kWh/día} \times 365 \text{ días} = 14.212 \text{ kWh/año}$$

Este indicador se encuadra dentro de rangos de consumo moderado para viviendas con equipamiento estándar y uso racional de la climatización.

Debe señalarse que el valor adoptado corresponde a una condición promedio anual. En la práctica, el consumo eléctrico puede incrementarse significativamente durante el período estival, especialmente en climas cálido-húmedos como el de la ciudad de Resistencia, donde la climatización representa el mayor porcentaje de la demanda eléctrica. Asimismo, el consumo final depende de variables tales como:

- Cantidad de ocupantes.
- Horas efectivas de funcionamiento de equipos de climatización.
- Nivel de eficiencia energética de los artefactos instalados.
- Hábitos de uso y simultaneidad de cargas.

Por lo tanto, el valor de 38,93 kWh/día se adopta como escenario base de cálculo, permitiendo establecer una referencia objetiva para el posterior análisis comparativo entre vivienda tradicional y vivienda eficiente. En escenarios de mayor demanda, por ejemplo, uso intensivo de aire acondicionado o mayor ocupación este valor puede incrementarse lo que impactaría directamente en la demanda anual y en el dimensionamiento de sistemas de generación alternativa.

En consecuencia, el consumo determinado no debe interpretarse como un valor fijo, sino como una estimación técnica representativa de una vivienda familiar tipo, utilizada como parámetro de partida para el análisis energético y económico desarrollado en el presente trabajo.

Tabla 5. Consumo eléctrico de artefactos en una vivienda familiar tipo (fuente: elaboración propia).

Artefacto Consumo	h /días	Consumo (kWh)	Cantidad	Consumo total (kWh/día)
HELADERA	24	0,098	1	2,35
LAMPARAS LED	6	0,02	10	1,2
AIRE ACONDICIONADO (3000 frig.)	6	1,3	3	23,4
HORNO ELÉCTRICO	2,5	1,04	1	2,6
MICROONDA	1,2	0,64	1	0,76
LAVARROPAS	5	0,182	1	0,91
PLANCHA	0,5	0,6	1	0,3
SECADOR DE PELO	0,3	0,4	1	0,12
TELEVISOR	4	0,08	2	0,64
PC	4	0,3	2	2,4
VENTIADOR	7	0,41	2	1,2
BOMBA DE AGUA	2	0,6	1	1,2
LICUADORA/ BATIDORA	0,7	0,3	1	0,21
CAFETERA/ PAVA ELÉCTRICA	0,72	0,8	1	0,58

CONSUMO TOTAL DIARIO EN  
KWh

38,93

CONSUMO BIMESTRAL

2.335,8

## 6- PRESUPUESTO DE VIVIENDA TRADICIONAL

En función del proyecto arquitectónico desarrollado, se procedió a la elaboración del cómputo métrico y presupuesto detallado de la vivienda, incluyendo materiales y mano de obra, conforme a la metodología tradicional de análisis por rubros.

El cálculo se realizó mediante la determinación de cantidades de obra (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ml y unidades), aplicando consumos y rendimientos específicos para cada ítem constructivo. Para la estimación de rendimientos y criterios de medición se adoptó como referencia metodológica el texto *Cómputo y Presupuesto*, de Mario E. Chandías, 21<sup>a</sup> edición, el cual constituye bibliografía técnica de uso habitual en la práctica profesional.

El presupuesto consolidado, cuyo detalle se presenta en la Planilla Anexa N° 1, arroja un monto total de: \$ 101.904.278

Este valor representa el costo estimado de ejecución de la vivienda tradicional, incluyendo la totalidad de los rubros necesarios para su materialización.

Debe aclararse que los precios unitarios considerados se encuentran referenciados al mes de abril de 2025, por lo que el monto total expresa valores corrientes a dicha fecha. En consecuencia, cualquier actualización posterior deberá realizarse aplicando los índices de variación correspondientes al sector de la construcción.

# CAPÍTULO III

## Vivienda eficientemente mejorada

Se define como ‘vivienda eficientemente mejorada’ aquella intervención edificatoria orientada a reducir la demanda energética y el consumo de recursos mediante mejoras en la envolvente, la hermeticidad, la renovación de carpinterías, la incorporación de equipos de alta eficiencia y la integración de tecnologías renovables. El presente capítulo describe las medidas propuestas para la vivienda de estudio en Resistencia (Chaco), su justificación bioclimática y los criterios adoptados para la estimación del ahorro energético.

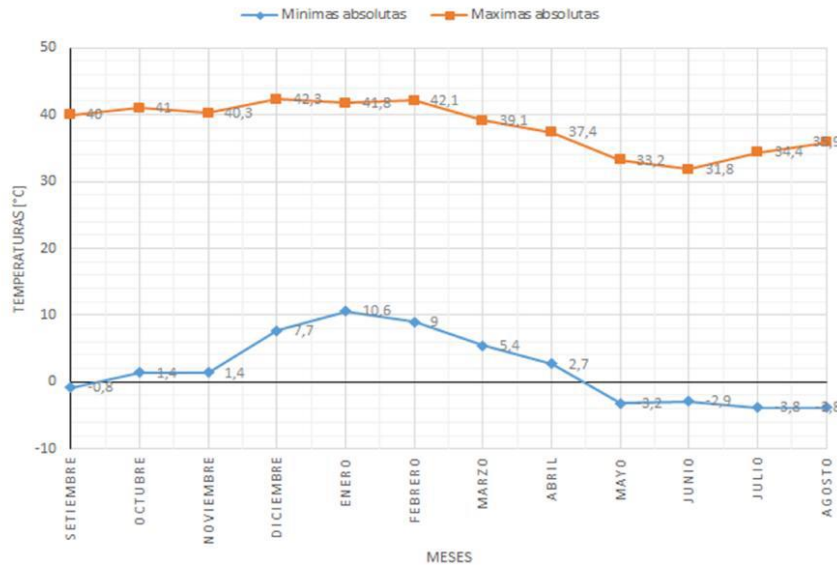
### 1- ANÁLISIS DEL CLIMA

A lo largo de esta investigación, se han analizado diversos ejemplos de viviendas eficientes y sus impactos en términos de ahorro energético y reducción de la huella ambiental; sin embargo, es necesario contextualizar estos casos en un entorno específico como el de Resistencia, Chaco, para comprender cómo las condiciones climáticas locales influyen directamente en el consumo energético de las viviendas.

Resistencia está ubicada en una región cálida y debido a esto el consumo de energía eléctrica en estaciones como primavera o verano, la demanda de energía para alcanzar el confort térmico en los ambientes es mayor. La región es cálida sin estación seca, las temperaturas en verano superan los 25 °C alcanzando temperaturas de 43°C y en invierno temperaturas superan los 10 °C, en escasas ocasiones bajan de 0°C, según lo analizado de los datos proporcionados por la APA (Administración Provincial de Agua del Chaco).

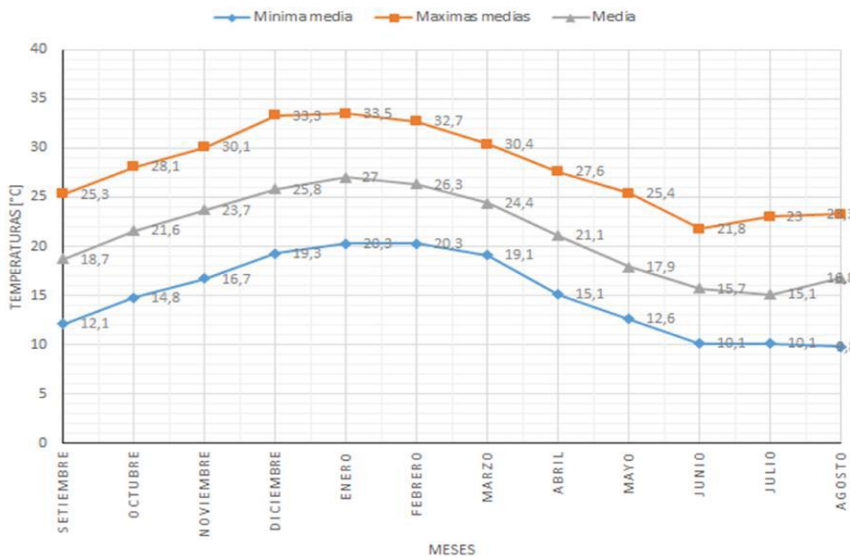
En el grafico 1 se puede apreciar las temperaturas máximas y mínimas absolutas de cada mes del año en la ciudad de Resistencia, notándose que las temperaturas máximas superan los 40°C en las estaciones de primavera y verano correspondientes a seis meses del año (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero), en cambio, las temperaturas mínimas absolutas están por debajo de los 10 °C casi en la totalidad del año y están por debajo de los 2°C en las estaciones de otoño-invierno extendiéndose hasta la primavera, incluyendo siete meses (mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre).

**MAXIMAS Y MINIMAS ABSOLUTAS**



**Gráfico n° 1:** “Temperaturas máximas y mínimas absolutas mensuales de Resistencia” (Fuente: elaboración propia en base a datos proporcionados por la APA).

**TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES**



**Gráfico n° 2:** “Temperaturas máximas, medias y mínimas medias mensuales de Resistencia” (Fuente: elaboración propia en base a datos proporcionados por la administración provincial del agua A.P.A.)

Breve descripción de nuestra región según APA (Administración Provincial del Agua) a través de gráficos de temperaturas de máximos, mínimos absolutos y medias mensuales.

En consecuencia, el análisis climático realizado constituye la base técnica para la adopción de estrategias bioclimáticas y de mejora en la envolvente, orientadas a reducir



la demanda energética asociada a la refrigeración, principal componente del consumo eléctrico en la región.

## 2-Clasificación bioclimática de IRAM 11.603

La Norma IRAM 11603 “Acondicionamiento térmico de edificios, clasificación bioambiental de la Argentina” del Instituto argentino de normalización divide al país en zonas bioclimáticas que se definen en el gráfico n° 3

Esta clasificación se ha desarrollado teniendo en cuenta los índices de confort de la temperatura efectiva corregida (TEC), correlacionada con el voto medio predecible (VMP) y el índice de Berlín y Hatch (IBH), desarrollados para las zonas cálidas.

Como puede observarse en la figura, la norma 11.603 divide al país en seis zonas bioambientales:

- Zona I: muy cálida.
- Zona II: cálida.
- Zona III: templada cálida.
- Zona IV: templada fría.
- Zona V: fría.
- Zona VI: muy fría

A continuación, se describirán las características de nuestra zona de estudio:

### Zona I: muy cálida

Comprende la región donde los valores de temperatura media, en el día típicamente cálido, son mayores a 26,3°C. Se extiende en la región centro-este del extremo norte del país con una entrada al sudoeste en las zonas bajas de Catamarca y La Rioja.

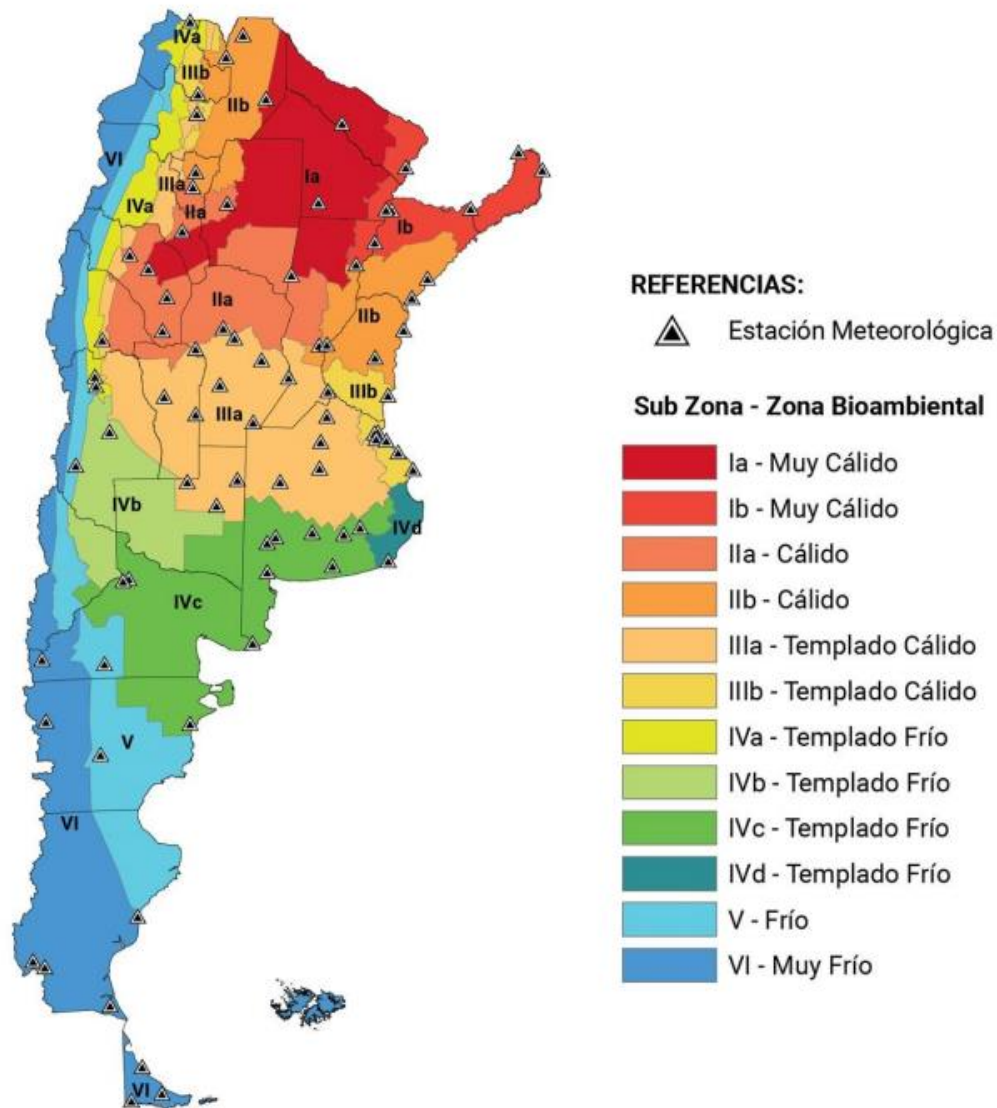
Durante la época caliente todas las zonas presentan valores de temperatura máxima mayores que 34°C y valores medios mayores que 26°C, con amplitudes térmicas siempre menores a 15°C. La tensión de vapor mínima es 1.870 Pa (14mm Hg) y aumenta según el eje sudoeste-nordeste. El periodo invernal es poco significativo, con temperaturas medias durante el mes más frío mayores que 12°C.

Esta zona se subdivide en 2 subzonas a y b, en función de las amplitudes térmicas:

Subzona Ia: amplitudes térmicas mayores que 14°C.

Subzona Ib: amplitudes térmicas menores que 14°C.

Observando la descripción según la norma, la zona de emplazamiento de la vivienda pertenece a la subzona Ib.



**Gráfico n° 3:** “Mapa de zonas bioclimáticas” (Fuente: Normas IRAN 11603 “Acondicionamiento térmico de edificios, clasificación) bioclimática de la Argentina”.

Como se puede observar en el gráfico N°3 Resistencia se encuentra en una región muy cálida, teniendo la necesidad de utilizar mucha energía eléctrica, para generar confort en las viviendas.

### 3- UTILIZACIÓN DEL DIAGRAMA DE GIVONI

Utilización del diagrama de Givoni

La República Argentina está dividida en zonas bioambientales; para diseñar viviendas eficientes es útil utilizar el diagrama psicrométrico de Givoni, que relaciona



temperatura y humedad relativa con estrategias bioclimáticas. El objetivo es desplazar las condiciones interiores hacia la zona de confort mediante medidas pasivas, reduciendo así el consumo energético.

### Introducción al método

El diagrama de Givoni permite determinar qué estrategia bioclimática es la más apropiada en función de las condiciones higrotérmicas exteriores (temperatura y humedad). En la carta se identifican zonas asociadas a técnicas pasivas —por ejemplo, inercia térmica, enfriamiento evaporativo, ventilación cruzada o aprovechamiento solar— que, cuando se aplican correctamente, amplían la zona de bienestar térmico interior.

## Estrategias bioclimáticas

1. Zona de confort: rango de temperatura y humedad relativa en el que el cuerpo humano requiere mínimo gasto energético para mantenerse en equilibrio térmico.
2. Ventilación cruzada: ubicación estratégica de aberturas enfrentadas que favorecen corrientes de aire naturales y renovación del interior.
3. Inercia térmica y ventilación selectiva: uso de materiales de alta masa térmica (piedra, hormigón, tierra) para suavizar las oscilaciones térmicas; ventilar principalmente de noche para descargar calor acumulado.
4. Enfriamiento evaporativo: reducción de la temperatura del aire por evaporación de agua (útil en aire relativamente seco).
5. Humidificación: añadir vapor de agua en climas muy secos para mejorar la sensación térmica y la calidad del aire interior.
6. Sistemas solares pasivos: captación de radiación (orientación, acristalamientos, muros trombe, voladizos) para aumentar temperaturas interiores en épocas frías.

### Procedimiento para aplicar el diagrama

1. Obtener datos representativos del lugar: temperaturas máximas y mínimas y humedad relativa máxima y mínima (idealmente horarios o valores diarios representativos).
2. Para cada mes (o período de interés) se trazan dos puntos en el diagrama:
  - Punto A:  $T_{\text{máx}}$  con  $HR_{\text{mín}}$ .
  - Punto B:  $T_{\text{mín}}$  con  $HR_{\text{máx}}$ .



3. Unir A y B con una recta: la intersección de esa recta con las distintas zonas del diagrama indica las estrategias pasivas aplicables para ese período.

4. Repetir para los meses que interesen y sintetizar estrategias anuales o estacionales.

Aplicación al caso: Resistencia (Chaco)

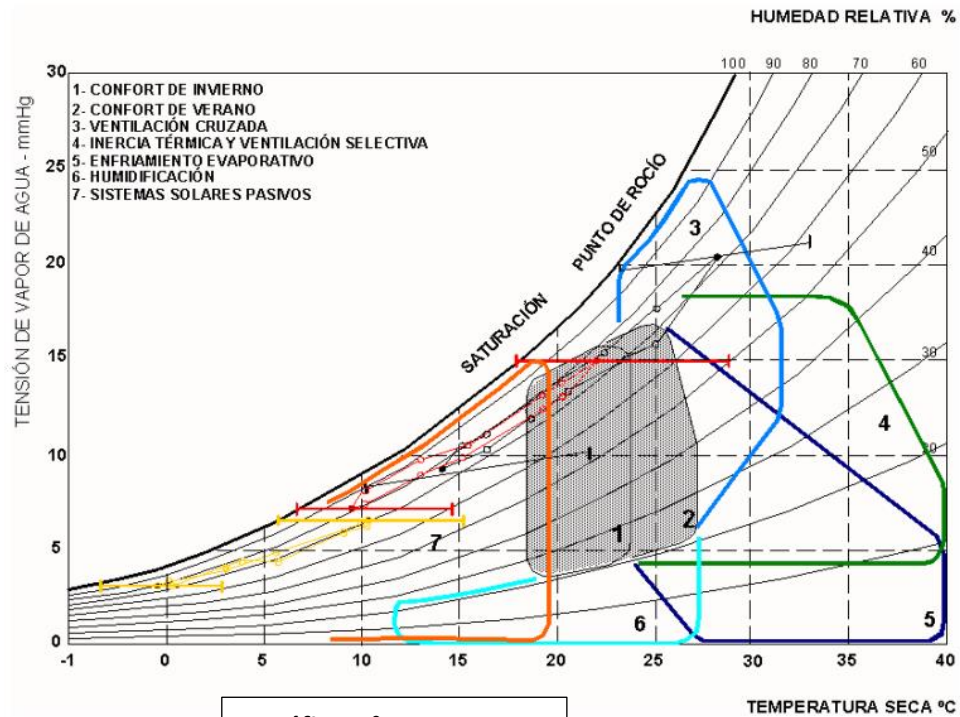
Valores representativos (tomados para análisis estacional):

- Enero (mes cálido)
  - $T_{\text{máx}} \approx 34 \text{ }^{\circ}\text{C}$
  - $T_{\text{mín}} \approx 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$
  - $HR_{\text{máx}} \approx 75 \%$
  - $HR_{\text{mín}} \approx 65 \%$
  
- Julio (mes frío)
  - $T_{\text{máx}} \approx 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$
  - $T_{\text{mín}} \approx 11 \text{ }^{\circ}\text{C}$
  - $HR_{\text{máx}} \approx 80 \%$
  - $HR_{\text{mín}} \approx 70 \%$

Trazando los pares ( $T_{\text{máx}}/HR_{\text{mín}}$  y  $T_{\text{mín}}/HR_{\text{máx}}$ ) y la recta correspondiente para cada mes, se obtiene:

- Enero: la recta cruza la zona que recomienda ventilación cruzada (estrategia prioritaria para mitigar temperatura y humedad altas).
- Julio: la recta indica la necesidad de sistemas solares pasivos (aprovechar radiación y almacenamiento térmico para elevar confort en invierno).

Con estos resultados se planifican medidas concretas: orientación y protección solar, dimensionado y ubicación de aberturas para ventilación cruzada, elección de materiales de alto/ bajo almacenamiento térmico según espacios, y dispositivos de enfriamiento evaporativo o humidificación cuando correspondan.



**Gráfico N° 4:** Diagrama Bioclimático de Givoni

#### 4- ESTUDIO DE VENTILACIÓN DE LA VIVIENDA

Las aberturas son elementos de construcción que permiten la circulación de aire y luz y la comunicación entre espacios exteriores e interiores.

Para la vivienda adoptamos aberturas de aluminio debido a los siguientes atributos:

- 1- Durable.
- 2- Diseño.
- 3- Sustentable.
- 4- Ahorro energético.
- 5- Resistente.
- 6- Hermético.
- 7- Aislante.
- 8- Ignífugo.



Tabla n° 6 La norma IRAM11601 establecen los valores de transmitancia térmicas de las aberturas, medida con un flujo de calor horizontal

Tipo	Transmitancia térmica (K)
	W/m <sup>2</sup> ·K
Vidrio incoloro común	5,82
Vidrio incoloro común con cortina de madera (cerrada)	2,79
Vidrio incoloro común con cortinas internas	5,00
Policarbonato transparente incoloro de 3 mm de espesor	5,46
Doble vidriado hermético, con vidrio incoloro común y cortina de madera (cerrada)	2,15
Doble vidriado hermético, compuesto por 2 vidrios comunes incoloros de 3 mm cada uno y una cámara de aire de 6 mm	3,23
Doble vidriado hermético, compuesto por 2 vidrios comunes incoloros de 3 mm cada uno y una cámara de aire de 12 mm	3,08
Triple vidriado hermético, compuesto por 3 vidrios comunes incoloros de 3 mm cada uno y 2 cámaras de aire de 6 mm cada una	2,23
Doble vidriado hermético, compuesto por un vidrio reflectante obtenido por proceso pirolítico de 4 mm de espesor sobre base gris, cara reflectante hacia el exterior y vidrio incoloro común de 3 mm hacia el interior, cámara de aire de 6 mm	3,45
Doble vidriado hermético, compuesto por un vidrio reflectante obtenido por proceso pirolítico de 4 mm de espesor sobre base gris, cara reflectante hacia el interior de la cámara de aire de 6 mm de espesor, y vidrio incoloro común de 3 mm hacia el interior	2,80

(\*) NOTA. Para el caso de ventanas en posición horizontal o inclinado, deberá calcularse la transmitancia térmica utilizando los valores dados en esta tabla, pero modificándolos mediante la adopción de las resistencias térmicas superficiales que corresponden a la posición adoptada.

En la vivienda tradicional las ventanas están compuestas por vidrios incoloros comunes, cuya transmitancia térmica es de 5,82 W/m<sup>2</sup>·°K. Este valor representa una alta facilidad para el paso del calor a través del material.

Para mejorar el comportamiento térmico de las aberturas, se incorporan cortinas internas, lo que permite reducir la transmitancia térmica a aproximadamente 5,00 W/m<sup>2</sup>·°K (Según tabla N°6).

Si bien esta mejora es marginal, representa un intento por disminuir las pérdidas o ganancias de energía a través de los cerramientos transparentes.

Dado que los muros y cubiertas de la vivienda tradicional presentan valores de transmitancia térmica considerablemente menores (por su mayor espesor y presencia de materiales con mejor aislamiento), se puede afirmar que las aberturas constituyen el punto más débil de la envolvente térmica, siendo responsables de la mayor pérdida o ganancia de energía térmica.



**IMAGEN N° 13:** Ventana de aluminio en una vivienda



**IMAGEN N° 14:** Ventana de aluminio con cortina

#### 4-1 VENTILACIÓN NATURAL

En muchas ocasiones las viviendas presentan problemas de humedad, proliferación de ácaros y sensación de incomfort térmico, los cuales están directamente relacionados con una deficiente ventilación natural.

La renovación del aire es fundamental para mantener condiciones saludables y confortables en el interior. El viento permite expulsar microorganismos nocivos para la salud humana, además de olores, gases tóxicos y exceso de humedad, contribuyendo a mejorar la calidad del aire interior. A su vez, una correcta ventilación natural ayuda a

mantener estables la temperatura y la humedad de los ambientes, lo que, con una adecuada planificación del diseño, reduce el consumo energético asociado a sistemas mecánicos de climatización.

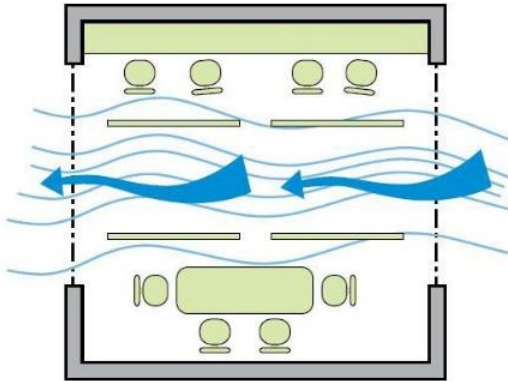
La ventilación natural puede lograrse mediante el movimiento del aire provocado por la acción del viento o por diferencias de densidad del aire, generadas a partir de variaciones de temperatura entre el interior y el exterior de la vivienda.

Tipos de ventilación natural

- Ventilación cruzada

Se produce cuando existen dos aberturas ubicadas en lados opuestos de un ambiente, sin obstáculos intermedios, lo que permite una circulación completa del aire.

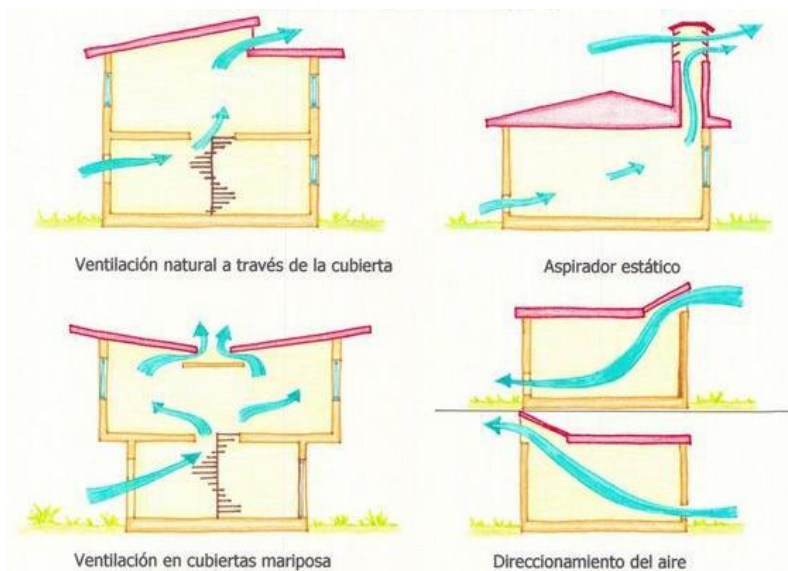
Para optimizar su funcionamiento, se recomienda que la abertura de ingreso del aire sea igual o hasta 25% menor que la de salida, favoreciendo así un flujo continuo y eficiente.



Para el efecto de la ventilación cruzada asegurarse que las particiones estén diseñadas para minimizar la resistencia del viento

**IMAGEN N° 15:** Ventilación

- Ventilación por diferencia de temperatura (efecto chimenea):



Se basa en el principio de convección natural. El aire caliente, al ser menos denso, asciende y sale por las aberturas ubicadas en la parte superior, mientras que el aire más frío ingresa por aberturas ubicadas a nivel inferior, generando así una circulación vertical que renueva el aire interior de manera pasiva.

**IMAGEN N° 16:** Distintos tipos de ventilaciones



## 5- ELECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los sistemas de refrigeración son dispositivos mecánicos diseñados para modificar la temperatura, la humedad, la circulación y la pureza del aire, con el objetivo de garantizar el confort térmico y mejorar la calidad del ambiente interior.

Para la vivienda se ha seleccionado un sistema de refrigeración aire-aire, comúnmente conocido como aire acondicionado, debido a su eficiencia en climas cálidos y húmedos como el de nuestra región.

La elección del aire acondicionado se fundamenta en los siguientes aspectos:

✓ Eficiencia en climas cálidos y húmedos: Permite enfriar rápidamente el ambiente y reducir la humedad, mejorando el confort térmico.

✓ Mayor eficiencia energética: El consumo de energía será menor en comparación con otros sistemas de refrigeración, ya que se complementará con un adecuado tratamiento térmico de la envolvente de la vivienda (muros y cubierta), lo que reducirá la carga térmica del interior.

✓ Control preciso del confort térmico: Permite ajustar la temperatura según las necesidades de los ocupantes, mejorando la sensación de bienestar.

La combinación del aire acondicionado con una envolvente térmicamente eficiente optimizará el consumo energético de la vivienda, garantizando una climatización eficaz y sostenible.

## 6- SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

La vivienda cuenta con instalación sanitaria que contempla agua fría y agua caliente. Para la producción de agua caliente sanitaria, en lugar de utilizar los sistemas convencionales como calefones o termotanques eléctricos o a gas, se opta por un termotanque solar el cual emplea energía solar como fuente de calor principal, aportando eficiencia energética y beneficios económicos y ambientales.

A diferencia de los equipos tradicionales, el termotanque solar utiliza la radiación solar para calentar el agua, lo que reduce significativamente el consumo de energía eléctrica o gas.

Principio de funcionamiento

El sistema opera bajo el principio de termosifón, basado en el efecto de convección natural del agua. El termotanque está compuesto por un colector solar con tubos de vacío,



los cuales tienen la propiedad de absorber la radiación solar y calentar el agua en su interior.

A medida que el agua se calienta, disminuye su densidad y asciende hacia el tanque acumulador, mientras que el agua fría, más densa, desciende desde el tanque hacia los tubos, repitiendo el ciclo de manera continua hasta alcanzar la temperatura deseada en todo el volumen de agua.

Para garantizar agua caliente en momentos de baja radiación solar, como días nublados o durante la noche, el sistema cuenta con una resistencia eléctrica auxiliar, que se activa de manera automática si la temperatura del agua desciende por debajo del umbral deseado.

#### Requisitos de instalación

- Ubicación: el termotanque solar debe instalarse en un lugar sin sombras proyectadas por árboles, muros o edificaciones cercanas.
- Orientación: debe orientarse hacia el norte (en el hemisferio sur), para maximizar la captación solar.
- Inclinación: el ángulo de inclinación recomendado es de 40° a 45°, en función de la latitud del lugar.
- Soporte estructural: la estructura de soporte debe ser capaz de resistir el peso del equipo más el volumen de agua almacenado, ya que suelen tener capacidades de 150 a 300 litros o más.

#### Beneficios del uso de un termotanque solar

- Ahorro energético: permite un ahorro de hasta 30% en la factura eléctrica, al reducir el uso de energía convencional.
- Alta eficiencia térmica: el agua puede alcanzar temperaturas entre 70°C y 100°C en condiciones óptimas.
- Autonomía térmica: el equipo puede mantener el agua caliente hasta por 72 horas y con solo 2 horas de sol es capaz de restablecer la temperatura del agua almacenada.
- Sustentabilidad ambiental: es un sistema ecológico, ya que no emite dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ni otros contaminantes, siendo 100% compatible con el medio ambiente.

Termotanque solar Peabody PE-TS200K plateado 200L



**IMAGEN N° 19:** Esquema gráfico del funcionamiento de un termotanque solar por termosifón

La vivienda incorpora un sistema de producción de agua caliente sanitaria mediante un termotanque solar de 200 litros, modelo Peabody PE-TS200K, el cual funciona bajo el principio de termosifón con tubos de vacío y resistencia eléctrica auxiliar.

En una vivienda tipo de cuatro personas, un termotanque eléctrico convencional de 80 litros presenta un consumo aproximado de 2,5 kWh por día, lo que equivale a:

$$2,5 \text{ kWh/día} \times 30 \text{ días} = 75 \text{ kWh/mes}$$

$$75 \text{ kWh/mes} \times 12 \text{ meses} = 900 \text{ kWh/año}$$

La incorporación del termotanque solar permite reducir significativamente el consumo eléctrico destinado a la producción de agua caliente. Considerando un ahorro estimado del 70 % respecto del sistema eléctrico convencional, se obtiene:

$$\text{Ahorro energético anual} = 900 \text{ kWh/año} \times 0,70 = 630 \text{ kWh/año}$$

Tomando como referencia una tarifa eléctrica de 203,5 \$/kWh:

Costo mensual del sistema eléctrico convencional:

$$75 \text{ kWh/mes} \times 203,5 \text{ \$/kWh} = 15.263 \text{ \$/mes}$$

Ahorro económico mensual estimado (70 %):

$$15.263 \text{ \$/mes} \times 0,70 = 10.684 \text{ \$/mes}$$

Ahorro económico anual estimado:

$$10.684 \text{ \$/mes} \times 12 \text{ meses} = 128.208 \text{ \$/año}$$

De este modo, la implementación del termotanque solar no solo reduce el consumo eléctrico en aproximadamente 630 kWh anuales, sino que también disminuye el costo operativo de la vivienda, contribuyendo a la eficiencia energética global del proyecto.

En cuanto a su instalación, el equipo debe orientarse hacia el norte, evitando sombras proyectadas por edificaciones o vegetación. La inclinación recomendada es de 40° a 45°, conforme a las especificaciones técnicas adoptadas en el presente trabajo. Asimismo, la estructura de soporte debe dimensionarse adecuadamente para resistir el peso propio del equipo (80 kg) más el volumen de agua almacenado.

La incorporación de este sistema se integra dentro de la estrategia general de mejora energética de la vivienda, reduciendo la dependencia de energía eléctrica convencional y disminuyendo el impacto ambiental asociado al consumo domiciliario.

El análisis climático realizado para la ciudad de Resistencia, Chaco, evidencia que la vivienda se emplaza en una región correspondiente a la Zona I – Muy Cálida, Subzona Ib, según la clasificación bioambiental establecida por la Norma IRAM 11.603. Esta condición implica temperaturas estivales elevadas, alta humedad relativa y amplitudes térmicas moderadas, configurando un escenario de elevada demanda energética para refrigeración durante gran parte del año.

La aplicación del diagrama psicrométrico de Givoni permitió identificar las estrategias bioclimáticas más adecuadas para el contexto local. El análisis de los meses representativos (enero y julio) demuestra que, durante el período cálido, las condiciones exteriores se ubican mayormente fuera de la zona de confort, requiriendo prioritariamente ventilación cruzada, control solar y reducción de ganancias térmicas. En el período invernal, en cambio, las condiciones resultan menos críticas, siendo conveniente el aprovechamiento de sistemas solares pasivos y la adecuada inercia térmica de los materiales.

En términos globales, la estrategia adoptada no se limita a la incorporación de tecnología, sino que responde a un enfoque integral basado en el análisis climático previo.

La mejora del desempeño energético se sustenta en la combinación de medidas pasivas (orientación, ventilación, control solar, masa térmica) y medidas activas eficientes (aire acondicionado optimizado y sistema solar térmico).

De este modo, la vivienda eficientemente mejorada logra disminuir la demanda energética respecto de la vivienda tradicional, optimizar el consumo eléctrico y reducir su impacto ambiental, manteniendo condiciones adecuadas de confort higrotérmico acordes al contexto climático regional.

En consecuencia, puede afirmarse que la propuesta no constituye únicamente una mejora tecnológica, sino una adaptación racional al entorno bioambiental, fundamentada en criterios normativos y herramientas de análisis reconocidas, lo que fortalece la validez técnica del proyecto desarrollado.

# CAPÍTULO IV

## 1- ANÁLISIS DE LOS MATERIALES QUE VAN A MEJORAR EL PAQUETE DE CERRAMIENTO EN MUROS Y CUBIERTAS DE LA VIVIVENDA

### 1-1 MEJORA DE AISLACIÓN TÉRMICA EN EL MURO DE CERRAMIENTO

Para mejorar la aislación térmica del muro de cerramiento, se implementa una modificación en su paquete estructural, que incluye los siguientes elementos:

1. Pintura asfáltica: actúa como una barrera inicial contra la condensación y la humedad, colaborando con la impermeabilización del muro.
2. Poliestireno expandido (EPS): de densidad N° 25, que se incorpora como material aislante, reduciendo significativamente la transferencia térmica entre el exterior y el interior.
3. Pared de panderete: construida con ladrillos cerámicos de 8 cm de espesor, que añade una capa extra de protección y contribuye a la inercia térmica del conjunto.
4. Revoque interior completo: que finaliza la superficie del muro, asegurando un acabado uniforme y adecuado para recibir las terminaciones finales.

Con estas adiciones, el espesor total del muro se ensancha, aumentando significativamente su capacidad para evitar el paso del calor proveniente del exterior hacia el interior, mejorando así las condiciones de confort térmico de los ocupantes y reduciendo la necesidad de consumo energético para climatización (imagen N°17).

Mejorando su nivel de confort:

En invierno pasando de un nivel C a un nivel B.

En verano pasando de un nivel C a un nivel C (más confortable).

Nota: no se produce el cambio del nivel, pero se logra una reducción importante en la carga térmica del sistema, mejorando el confort en el interior



**IMAGEN N° 17:** Detalle constructivo de muro con aislamiento

## 1-2 MEJORA EN EL CERRAMIENTO DE LA CUBIERTA

Para optimizar la aislación térmica de la cubierta, se incorporó un cielorraso compuesto por un sistema multicapa que incluye los siguientes materiales:

- Cielorraso de durlock, utilizado como base estructural y acabado estético del cielorraso.
- Film de polietileno, que actúa como barrera de vapor para evitar problemas de condensación.
- Lana de vidrio, un material de alta eficiencia que mejora significativamente la capacidad aislante, minimizando la transferencia de calor entre el interior y el exterior.

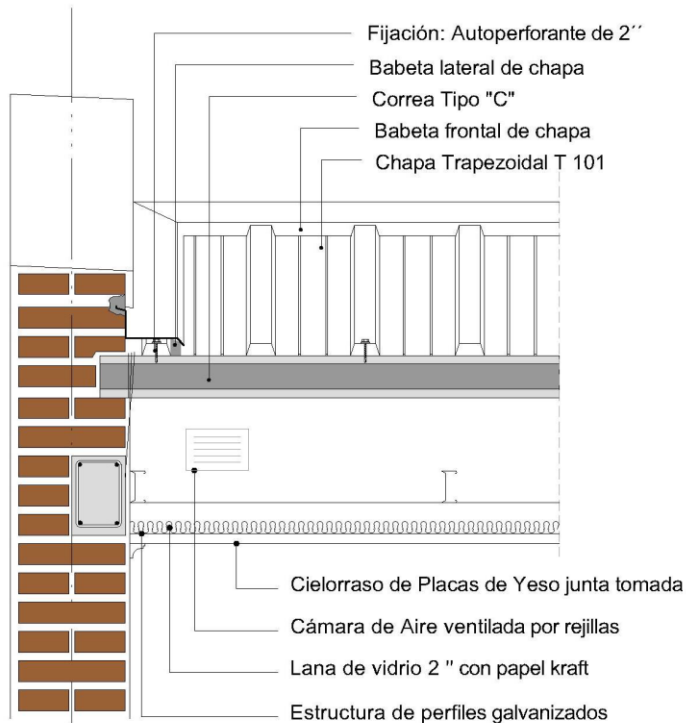
Además, se dejó un espacio de aire entre la cubierta metálica y el cielorraso. Este espacio funciona como una cámara de aire que complementa la aislación térmica, reduciendo el impacto del calor proveniente del exterior (imagen N°18).

Esta configuración no solo incrementa la eficiencia energética de la vivienda, sino que también contribuye a mantener un ambiente interior más confortable durante todo el año.

Esta mejora en el paquete de cerramiento de la cubierta nos llevó a pasar de nivel de confort:

1. En invierno de un nivel C a un nivel B.

2. En verano de un nivel C a un nivel B.



**IMAGEN N° 18:** Detalle constructivo de la cubierta con aislamiento

### 1-3 CÁLCULO DE TRANSMITANCIA DEL MURO MEJORADO

Se calcula al igual que la transmitancia del paquete de cerramiento del muro de la vivienda tradicional, pero se agrega las resistencias térmicas de los materiales que van mejorando la conducción de aislamiento del muro (pintura asfáltica, polietileno expandido, bloque de cerámico hueco, revoque hidrofugo).

$\lambda$ : coef. de conductividad térmica, sacado de la tabla A1 de las normas IRAM N°11601/1996.

$R_{se}$ : resistencia térmica superficial externa de la capa límite exterior, varia según el grado de exposición del edificio. Tabla 2 de normas IRAM 11601/1996.

$R_{si}$ : resistencia superficial interna, es la capa delgada de aire en reposo, que al estar en reposo no transmite calor por convección, se utiliza los valores de la tabla 2 de las normas IRAM 11601/1996.

$$R_{te} = \frac{e}{\lambda}$$

- $e$  = espesor m
- $\lambda$  = conductividad térmica  $W/(m \cdot ^\circ C)$

Cálculo: para calcular la resistencia térmica total (RT) del muro, se debe sumar las resistencias térmicas de cada componente del muro, teniendo en cuenta la relación espesor (e) y conductividad térmica ( $\lambda$ ), más la (Rse) y (Rsi), sacado de tabla 2 de las normas IRAM 11601/1996.

Obteniéndose así la transmitancia térmica (K), como la inversa de la resistencia térmica (RT).

$$RT = RTe + Rsi + Rse$$

$$RT = \frac{0,12}{0,91} + \frac{0,015}{1,13} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{0,025}{0,033} + 0,13 + 0,04 = 1,64 \frac{m^2 \text{ } ^\circ C}{W}$$

Transmitancia térmica:

$$K = \frac{1}{RT} = \frac{1}{1,64} = 0,60 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

## 1-4 CÁLCULO DE TRANSMITANCIA DE LA CUBIERTA MEJORADO

Para mejorar la transmitancia se agrega a la cubierta los siguientes materiales:

- Film de polietileno.
- Lana de vidrio.

Cálculo:

Al cálculo que tenemos anteriormente se le suma las resistencias térmicas del film de polietileno y la lana de vidrio, obteniéndose:

$\lambda$ : coef. de conductividad térmica, sacado de la tabla A1 de las normas IRAM N°11601/1996.

Rse: resistencia térmica superficial externa de la capa límite exterior, varia según el grado de exposición del edificio. Tabla 2 de normas IRAM 11601/1996.

Rsi: resistencia superficial interna, es la capa delgada de aire en reposo, que al estar en reposo no transmite calor por convección, se utiliza los valores de la tabla 2 de las normas IRAM 11601/1996.

$$Rte = \frac{e}{\lambda}$$

- e = espesor m
- $\lambda$  = conductividad térmica W/(m·°C)

Calculo: para calcular la resistencia térmica total (RT) del muro, se debe sumar las resistencias térmicas de cada componente del muro, teniendo en cuenta la relación espesor (e) y conductividad térmica ( $\lambda$ ), más la (Rse) y (Rsi), sacado de tabla 2 de las normas IRAM 11601/1996.

Obteniéndose así la transmitancia térmica (K), como la inversa de la resistencia térmica (RT).

$$RT = RTe + Rsi + Rse$$

Calculándose luego la transmitancia:

$$K = \frac{1}{RT} = \frac{1}{2,34} = 0,42 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

## 1-5 CÁLCULO DE NIVEL DE CONFORT DEL MURO MEJORADO

Transmitancia calculada de  $0,6 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

- El material es ladrillo común, su coeficiente de absorción de la tabla N°1, (según normas IRAM11605) es de 0,7, por lo tanto, se entra en las tablas N°2 y N°4 sin modificar la transmitancia calculada.

Verano:

$$0,6 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} < 1,10 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} ; \text{ nivel C}$$

Invierno:

$$0,6 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} < 1,00 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} ; \text{ nivel B}$$

## 1-6 CÁLCULO DEL NIVEL DE CONFORT CON CUBIERTA MEJORADA

- El coeficiente de absorción sacada de tabla N°1 es igual a 0,5 (chapa galvanizada) < 0,6, por lo tanto, se incrementa en 30% la transmitancia calculada, obteniéndose para verano = 0,54 (W/m<sup>2</sup>·°C) y para invierno la transmitancia calculada: 0,42(W/m<sup>2</sup>·°C). Luego

entrando a las tablas N°3 y N°4 respectivamente se obtiene:

Verano

$$0,54 (W/m^2 \cdot ^\circ C) < 1,10 (W/m^2 \cdot ^\circ C), \text{ nivel B.}$$

Invierno  
 $0,42(\text{W}/\text{m}^2\text{°C}) < 0,83 (\text{W}/\text{m}^2\text{°C})$ , nivel B.

Tabla 7. Cuadro comparativo del nivel de confort entre vivienda tradicional vs mejorado (calculado)

Elemento	Variante	Transmitancia usada (verano) [W/m <sup>2</sup> ·°C]	Nivel verano	Transmitancia usada (invierno) [W/m <sup>2</sup> ·°C]	Nivel invierno
MURO	Tradicional	3,06	Peor que C (límite C ≈ 1,80)	3,06	Peor que C (límite C ≈ 1,00)
CUBIERTA	Tradicional	2,95	Peor que C (límite C ≈ 1,80)	2,27	Peor que C (límite C ≈ 1,10)
MURO	Mejorado	0,6	Nivel C (límite C ≈ 1,10)	0,6	Nivel B (límite B ≈ 1,00)
CUBIERTA	Mejorada	0,54	Nivel B (límite B/C ≈ 1,10)	0,42	Nivel B (límite B ≈ 0,83)

## 1-6 CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA PARA REFRIGERAR LA VIVIENDA

Para saber cuánto se ahorra en energía para refrigerar la vivienda eficientemente mejorada, debo obtener cuanta energía necesito para refrigerar la vivienda tradicional y cuanta energía para refrigerar la vivienda eficiente; por diferencia obtengo la ganancia de energía, debido a la envolvente térmica.

Para este cálculo se necesita los siguientes datos:

Obtenidos del diseño de la vivienda:

Superficie de abertura: 41,32m<sup>2</sup>

Superficie opaca (muro): 381,42m<sup>2</sup>

Superficie cubierta: 97,74 m<sup>2</sup>

Obtenidos de cálculos anteriores:

Transmitancias Vivienda tradicional

Aberturas:  $5,82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{°C}}$

Muro:  $3,06 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Cubiertas:  $2,27 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Transmitancias eficientemente mejoradas

Aberturas:  $5,0 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Muro:  $0,6 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Cubierta:  $0,42 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Obtenidos del siguiente libro:

Temperaturas: Externa – Interna (Acondicionamiento térmico de edificio del ing. Victorio Santiago Díaz y el ing. Raúl Oscar Barreneche)

Temp. Externa:  $310,8 \text{ }^\circ K = 37,8 \text{ }^\circ C$

Temp. Interna:  $296^\circ K = 23^\circ C$

Luego aplico la fórmula:

Superficie x Transmitancia x (temp. Ext.- temp. Inter.)

Se obtiene para refrigerar:

Vivienda tradicional.....24,116 kW

Vivienda eficientemente mejorada..... 7,054 kW

Ahorro de energía.....17,062 kW

Antes se necesitaban 38,93 kW con la Vivienda tradicional, ahora se necesitan 21,93 kW con la Vivienda eficientemente mejorada, 43 % menos.

## 1-7 ANÁLISIS Y CONTROL DE PUENTES TÉRMICOS EN LA ENVOLVENTE MEJORADA

En el estudio del comportamiento térmico de la vivienda no solo resulta relevante la mejora de la transmitancia de los elementos opacos y transparentes considerados de



manera individual, sino también la continuidad del aislamiento en los puntos críticos de encuentro entre los distintos componentes constructivos. En este sentido, el presente trabajo contempla la reducción al mínimo de los puentes térmicos como parte fundamental de la estrategia de optimización de la envolvente.

Se entiende por puente térmico aquella zona puntual o lineal de la envolvente donde se produce una variación en la resistencia térmica, ya sea por cambio de material, discontinuidad del aislamiento o modificación geométrica, generando un incremento localizado del flujo de calor. Estas situaciones suelen presentarse en encuentros muro–cubierta, muro–losa, perímetros de aberturas y uniones estructurales.

Las mejoras propuestas en el muro, la carpintería y la cubierta no solo buscan reducir la transmitancia térmica global, sino garantizar la continuidad del aislamiento térmico en dichos puntos críticos. En el caso del muro mejorado, la incorporación de material aislante contribuye a disminuir la diferencia térmica entre interior y exterior, reduciendo la probabilidad de que existan superficies internas con temperaturas significativamente inferiores al aire interior.

En relación con la cubierta, la inclusión de lana de vidrio y barrera de vapor, junto con la cámara de aire, favorece una transición térmica más uniforme, evitando concentraciones de flujo de calor en los encuentros superiores del cerramiento. Asimismo, la mejora en las carpinterías reduce la pérdida energética en uno de los sectores más vulnerables de la envolvente.

La minimización de los puentes térmicos no solo incide en la reducción de la transferencia de calor, sino que cumple un papel determinante en la prevención de condensaciones superficiales e intersticiales. Al evitar descensos bruscos de temperatura en puntos específicos de la envolvente, se reduce el riesgo de que la temperatura superficial interior alcance el punto de rocío, fenómeno que podría derivar en patologías constructivas como formación de moho, degradación de materiales y pérdida de calidad ambiental interior.

En consecuencia, el enfoque adoptado en este trabajo no se limita a mejorar valores normativos de transmitancia térmica según las disposiciones del IRAM, sino que propone una visión integral del comportamiento higrotérmico de la vivienda, entendiendo que la eficiencia energética real depende tanto de la calidad de los materiales como de la correcta resolución constructiva de los encuentros.

De esta manera, las intervenciones realizadas permiten reducir significativamente la transferencia de calor en los puntos críticos y mejorar el desempeño térmico global de la envolvente, favoreciendo condiciones de confort más estables y disminuyendo la demanda energética destinada a climatización.



La mejora del paquete de cerramiento en muros y cubiertas demuestra que la intervención en la envolvente térmica constituye la estrategia más eficiente para reducir la demanda energética de una vivienda. La reducción significativa de la transmitancia térmica no solo eleva el nivel de confort según normativa IRAM, sino que impacta directamente en la disminución de la carga térmica por conducción, evidenciando que el diseño pasivo es una herramienta determinante en la eficiencia energética.

Más allá del ahorro cuantificado, el verdadero aporte del capítulo radica en demostrar que la calidad constructiva y la correcta selección de materiales transforman la vivienda tradicional en un sistema térmicamente optimizado, reduciendo la dependencia de sistemas activos de climatización y contribuyendo a un modelo edilicio más sostenible.

# CAPÍTULO V

## 1-RADIACIÓN SOLAR

Para poder generar energía eléctrica a través de paneles solares fotovoltaico es necesario saber qué cantidad de radiación solar llega al lugar, nuestro caso es la ciudad de Resistencia.

Recurrimos a las cartas del Atlas de Energía Solar de la República Argentina (<https://www.gaisma.com/en/>), ([https://www.weatheratlas.com/en/argentina/resistencia-climate?utm\\_source](https://www.weatheratlas.com/en/argentina/resistencia-climate?utm_source)) obteniéndose las siguientes radiaciones.

Tabla 8. Cartas del Atlas de Energía Solar de la República Argentina

MES	ATLAS [kWh/m <sup>2</sup> ]
Enero	6,54
Febrero	5,78
Marzo	4,91
Abril	3,83
Mayo	3,32
Junio	2,70
Julio	3,00
Agosto	3,71
Setiembre	4,60
Octubre	5,39
Noviembre	5,25
Diciembre	6,57

## 2- EVALUACIÓN DE LOS PANELES SOLARES A INSTALAR EN LA VIVIENDA

Los paneles solares están formados por un conjunto de células fotovoltaicas, que generan electricidad a partir de la luz solar mediante el efecto fotovoltaico. Estas celdas están compuestas principalmente por silicio cristalino y/o arseniuro de galio, materiales semiconductores que permiten la conversión de la energía solar en energía eléctrica.



Una característica fundamental de los sistemas fotovoltaicos es que su producción de energía depende directamente de la irradiación solar recibida; cuanto mayor sea la radiación incidente sobre la superficie de los paneles, mayor será la energía generada.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA VIVIENDA

La elección de la tecnología fotovoltaica más adecuada para la vivienda debe partir de una visión integrada: no existe una “mejor” tecnología absoluta, sino la que mejor se adapte al conjunto de restricciones y objetivos del proyecto.

Si el área de cubierta es limitada, por ejemplo, conviene optar por módulos de alta eficiencia —como monocristalinos o las familias híbridas (HJT, IBC)— porque maximizan la potencia instalada por metro cuadrado, en cambio cuando el techo ofrece superficie holgada y el objetivo es reducir la inversión inicial por watt instalado, las soluciones policristalinas o ciertos PERC resultan más convenientes por su equilibrio entre costo y rendimiento.

El presupuesto disponible orienta fuertemente la decisión: tecnologías como PERC o policristalino suelen ofrecer la mejor relación costo/beneficio en viviendas residenciales, mientras que bifaciales o híbridos elevan la inversión, pero pueden justificarse cuando el espacio es escaso o se busca rendimiento superior en el tiempo. Las condiciones climáticas del lugar también influyen: en climas cálidos es preferible elegir tecnologías que mantengan buen desempeño a altas temperaturas (p. ej. ), pues la temperatura de operación afecta la potencia real entregada por la instalación.

La integración arquitectónica y la estética son otro factor determinante. Cuando la intención es que los módulos formen parte del cerramiento (fachadas, cubiertas curvas o elementos visibles) es razonable considerar soluciones de película delgada o CIGS, que permiten mayor versatilidad y mejor acabado visual, aunque con menor densidad energética.

En sitios con alto potencial de reflexión (suelo claro, losas o cubiertas reflectantes) los módulos bifaciales pueden aportar un incremento real de generación, por lo que resultan atractivos si las condiciones de instalación permiten beneficiarse de su cara trasera.

La orientación y la inclinación de los módulos son claves para optimizar la producción anual: en el hemisferio sur la orientación óptima es hacia el norte. Para una producción anual balanceada en Resistencia (Chaco) se recomienda aproximar la inclinación a la latitud local —alrededor de 26–28°—; esa inclinación puede ajustarse ligeramente si se quiere priorizar generación en invierno o en verano.

Cuando existen sombras parciales (árboles, chimeneas, antenas, etc.), conviene diseñar la planta con estrategias que reduzcan las pérdidas por sombreado: seleccionar módulos con mejor comportamiento frente a micro sombreado, usar optimizadores de



cadena o micro inversores, y segmentar las cadenas de módulos para minimizar la afectación.

Finalmente, no se debe subestimar la dimensión de durabilidad y garantías: es recomendable revisar la garantía de potencia ofrecida por el fabricante (por ejemplo, que la potencia garantizada a 25 años sea  $\geq 80-85$  %) y la tasa de degradación anual declarada.

La vida útil esperada y la robustez de la garantía son variables que impactan directamente en el análisis económico y en la elección tecnológica a largo plazo.

### Tipos de paneles solares según su composición

Los paneles fotovoltaicos se pueden clasificar en dos tipos principales según su estructura:

✓ **Monocristalinos:** Se reconocen por su color negro y tienen una mayor eficiencia en la conversión de energía, ya que están fabricados con un único cristal de silicio. Son ideales para maximizar la captación solar en espacios reducidos.

✓ **Policristalinos:** De color azul, están compuestos por varios fragmentos de silicio cristalino. Aunque su eficiencia es ligeramente menor que la de los monocristalinos, son más económicos y ofrecen una buena relación costo-beneficio.

✓ **PERC (Passivated Emitter Rear Cell):** Celdas de silicio con una capa posterior pasivada que mejora la recolección de electrones. Aumentan la eficiencia respecto a celdas convencionales y mejoran el comportamiento en condiciones de mayor temperatura. Uso típico: instalaciones residenciales y comerciales donde se busca mejor rendimiento sin saltar a tecnologías premium.

✓ **Híbridos (HJT, IBC, etc.):** Tecnologías que combinan procesos y estructuras avanzadas para maximizar la eficiencia (por ejemplo, HJT — heterounión; IBC — celdas de contacto posterior). Ofrecen las eficiencias más altas del mercado comercial y buena respuesta térmica. Uso típico: proyectos premium o donde el área disponible es crítica; principal limitación: costo elevado.

✓ **Bifaciales:** Módulos diseñados para generar energía tanto por su cara frontal como por la trasera, aprovechando la radiación reflejada desde el suelo. Pueden aportar un incremento porcentual significativo de producción si la instalación tiene buena reflexión (suelo claro, losa blanca). Uso típico: terrenos abiertos, cubiertas con reflexión o sistemas montados sobre estructuras elevadas.

✓ **Película delgada (Thin-film) — (CIGS, CdTe, a-Si, etc.):** Fabricados depositando capas delgadas de materiales semiconductores sobre sustratos (vidrio, metal o plástico). Suelen ser más flexibles y ligeros, con mejor comportamiento en condiciones de baja

irradiación y para integración arquitectónica, aunque con menor eficiencia por área. Uso típico: fachadas (BIPV), cubiertas curvas o integraciones estéticas; algunos tipos (CdTe, CIGS) son competitivos en grandes superficies.

Uso típico: proyectos arquitectónicos de alta calidad donde el módulo fotovoltaico sustituye o cumple funciones de envolvente, aportando eficiencia energética sin alterar la estética del diseño.

Tabla 9. Tipos de paneles solares analizado

### 3-CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los sistemas fotovoltaicos se dividen en dos grandes categorías según su modo de funcionamiento y conexión:

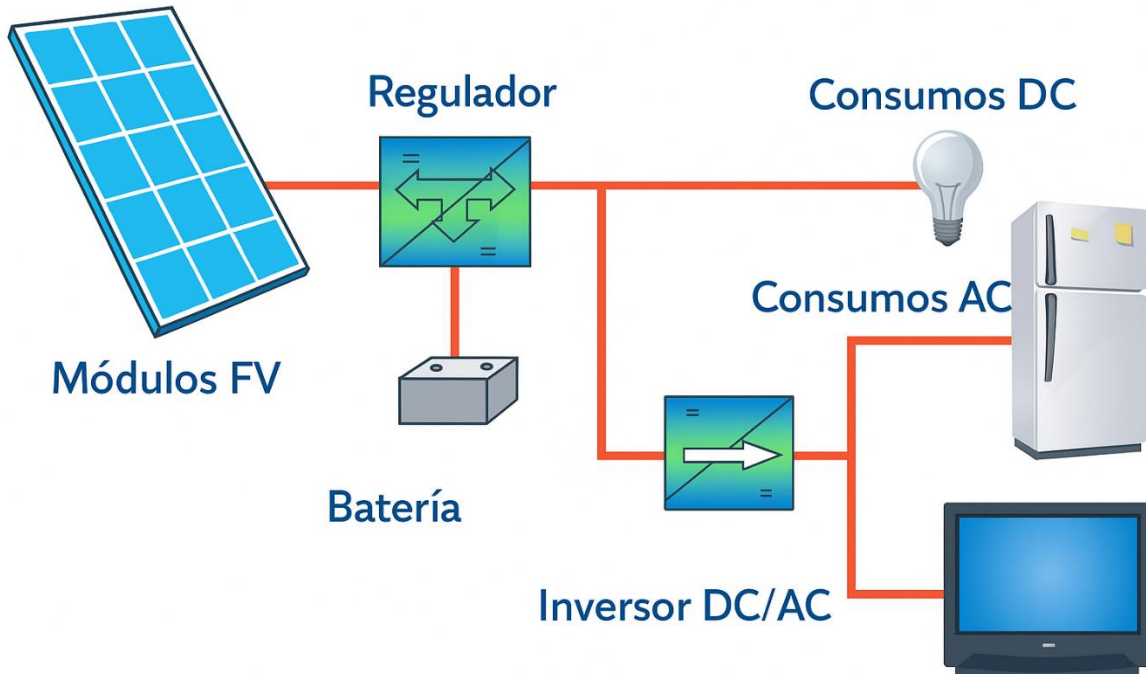
Tabla 9. Tipos de paneles solares analizado

Tipo de Panel	Eficiencia (%)	Costo Relativo	Durabilidad	Ideal para
Monocristalino	18–24	Alto	>25 años	Techo limitado, máxima eficiencia
Policristalino	15–18	Medio	~25 años	Espacio amplio, menor costo
Película Delgada	10–13	Bajo	10–20 años	Integración arquitectónica
Bifacial	+5–15% extra	Alto	>25 años	Áreas abiertas o con reflexión
PERC	20–23	Medio–Alto	>25 años	Climas cálidos, alta eficiencia
Híbridos (HJT, IBC)	21–26	Muy alto	>25 años	Proyectos premium o limitados en área

**3-1 SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO (SFA)** Este tipo de sistema (imagen N°20) opera de manera independiente de la red eléctrica. Sus características principales son:

- Los paneles solares generan la energía eléctrica, que es almacenada en baterías para su uso durante la noche o en períodos de baja radiación solar.

- El sistema incluye un regulador de carga, que gestiona el proceso de carga y descarga de las baterías, prolongando su vida útil.
- Puede abastecer artefactos que funcionen con corriente continua (DC) o corriente alterna (AC). En este último caso, se requiere un inversor para convertir la corriente continua en alterna.



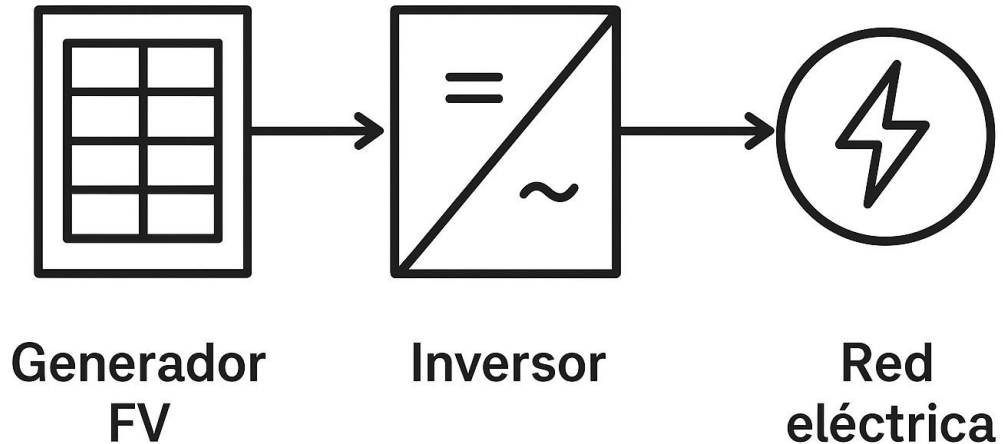
**IMAGEN N° 20:** Sistema fotovoltaico autónomo.

### 3-2 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED (SFCR)

A diferencia del sistema autónomo, este tipo de instalación no necesita baterías ni reguladores de carga, ya que está vinculado a la red eléctrica (imagen N°21). Sus principales características son:

- La energía generada por los paneles solares pasa a través de un convertidor DC/AC, que la transforma en corriente alterna para el consumo de la vivienda.
- Cualquier excedente de energía no utilizado puede ser inyectado a la red eléctrica, permitiendo un ahorro en la factura de electricidad y, en algunos casos, la posibilidad de obtener compensaciones económicas.

- Este sistema es más económico y eficiente que el autónomo, ya que evita los costos asociados a la compra y mantenimiento de baterías, además de garantizar suministro eléctrico constante mediante el respaldo de la red pública.



**IMAGEN N° 21:** Sistema fotovoltaico conectado a red

#### 4- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE PANELES SOLARES A INSTALAR

Para determinar el número de paneles solares necesarios, es esencial conocer el consumo energético de los artefactos eléctricos en la vivienda, que en este caso es 38,93 kWh/día de consumo teórico. Pero a su vez se redujo debido a que las condiciones del cerramiento (muro, aberturas y cubierta), disminuye la demanda energética del hogar.

A continuación, se calcula el consumo efectivo (E) utilizando el siguiente método:

$$E = \frac{ET}{R}$$

Donde:

- ET es el consumo estimado (22 kWh/día),
- R es el rendimiento global del sistema, que se ha establecido en 65% (0,65).

Por lo tanto, el consumo efectivo será:

$$E = \frac{22 \text{ kWh/día}}{0,65} = 33,38 \text{ kWh/día}$$

La energía generada por cada panel solar depende de su tamaño, eficiencia y la cantidad de radiación solar disponible. Los fabricantes especifican las características de



los paneles en condiciones normalizadas a 1.000 W/m<sup>2</sup> de radiación solar y 25 °C de temperatura del módulo.

Para calcular cuántos paneles solares son necesarios para satisfacer el consumo estimado, es necesario conocer las Horas Solar Pico (HSP), que representan el número de horas al día en que la radiación solar alcanza su máxima intensidad de 1000 W/m<sup>2</sup>.

En Resistencia, la mejor orientación para los paneles es hacia el norte, con una inclinación de entre 35 y 45 grados respecto a la horizontal.

El cálculo para determinar la cantidad de paneles solares es el siguiente:

$$\text{Nº de paneles solares} = \frac{\text{Consumo efectivo}}{\text{HPS} \times \text{Potencia de cada panel}}$$

Donde:

- El consumo efectivo es 33,38 kWh/día,
- La HSP es 5,39 horas/día,
- La potencia de cada panel es 0,58 kW.

Sustituyendo estos valores:

$$\text{Nº de paneles solares} = \frac{33,38 \text{ kWh/día}}{\frac{5,39 \text{ h}}{\text{día}} \times 0,58 \text{ kW}} = 12 \text{ paneles}$$

Por lo tanto, se necesitarán 12 paneles solares para satisfacer el consumo energético de la vivienda.

La hora solar pico (HSP) de 5,39 h/d es la adoptada a nuestro criterio para el cálculo de la cantidad de paneles necesarios.

## 5-COMPARACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA LA VIVIENDA EFICIENTE

Con el objetivo de abastecer la demanda energética de la vivienda mediante fuentes renovables, se analizaron tres tipos de sistemas fotovoltaicos: autónomo, híbrido y conectado a red (SFCR).

A continuación, se detalla la inversión inicial, el ahorro anual estimado, la posibilidad de inyección a red, y el período de amortización correspondiente a cada uno.

### 1. Sistema fotovoltaico autónomo (SFA)

Componentes:

- Paneles solares Jinko Solar 580W: \$2.547.600
- Regulador MPPT Victron: \$1.500.000
- Inversor cargador Growatt 5000W: \$1.600.000
- 5 baterías AGM TAYTO 200Ah: \$3.600.000
- Instalación y accesorios: \$1.100.000

*Costo total del sistema: \$10.347.600*

*Ahorro anual estimado: \$ 2.363.394,95*

*Amortización: 4,38 años*

✓ Ventajas:

- Independencia total de la red.
- Ideal para zonas sin conexión a red o con cortes frecuentes.

✗ Desventajas:

- Alto costo inicial.
- Vida útil limitada de las baterías.
- Menor eficiencia energética global.

## 2. Sistema fotovoltaico híbrido (con batería + red)

Componentes:

- Paneles solares Jinko Solar 580W: \$2.547.600
- Inversor Victron RS 6000W: \$3.600.000
- Batería de litio Pylontech UF5000: \$3.876.700
- Instalación y accesorios: \$1.100.000

*Costo total del sistema: \$11.124.300*

*Ahorro anual estimado:*

- *Ahorro por autoconsumo: \$1.401.620*
- *Ahorro por inyección a red: \$332.316*

- *Total ahorro anual: \$1.733.936*
- *Amortización: 6,41 años*

✓ Ventajas:

- Combina autonomía y respaldo de red.
- Uso eficiente de excedentes.
- Batería de litio con mayor vida útil y eficiencia.

✗ Desventajas:

- Costo más elevado.
- Complejidad de mantenimiento y monitoreo.

### 3. Sistema fotovoltaico conectado a red (SFCR)

*Componentes:*

- *Paneles solares Jinko Solar 580W: \$2.547.600*
- *Inversor Victron RS 6000W: \$3.600.000*
- *Instalación y accesorios: \$1.100.000*

*Costo total del sistema: \$7.247.600*

*Ahorro anual estimado: \$ 2.363.394,95*

*Amortización: 3,07 años*

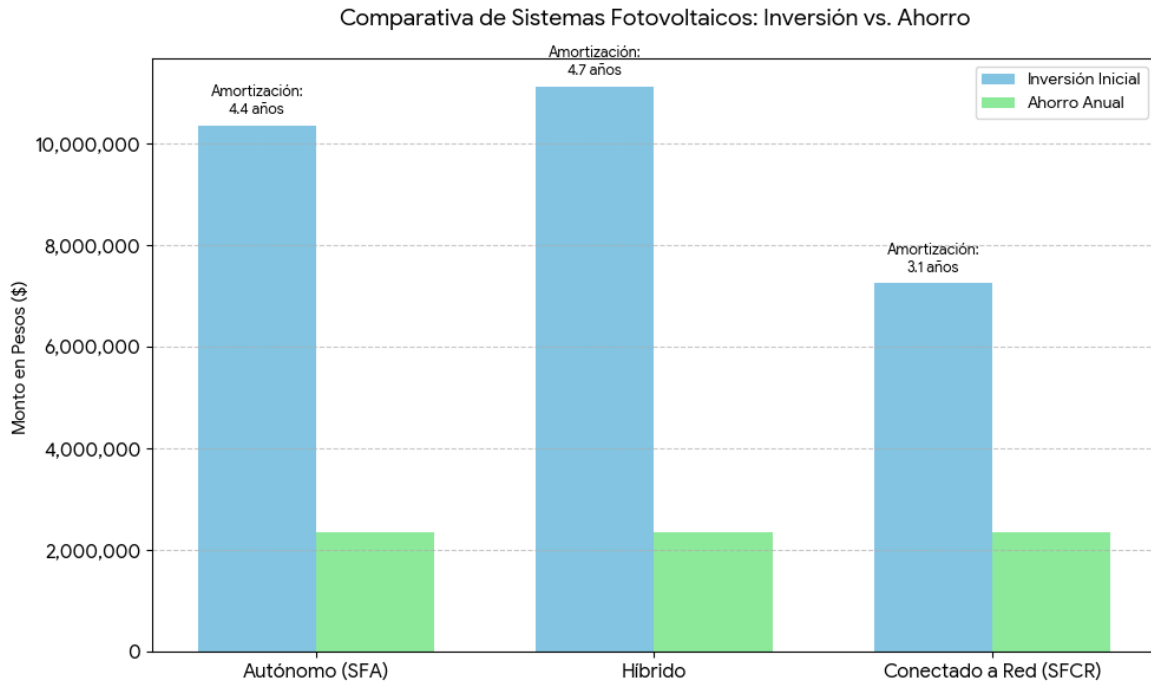
✓ Ventajas:

- Menor inversión inicial.
- Mayor rentabilidad a corto plazo.
- Ideal para zonas con red eléctrica estable.
- Sencillez operativa y bajo mantenimiento.

✗ Desventajas:

- Dependencia total de la red.

El sistema se desconecta automáticamente durante cortes de energía por razones de seguridad (protección anti-isla), por lo que no suministra energía si la red está fuera de servicio, salvo que se incorpore un sistema de respaldo (backup) con baterías o un inversor híbrido con función de alimentación de emergencia.



**Gráfico n°5:** comparación de los sistemas fotovoltaicos

## 6. Conclusión comparativa — sistemas fotovoltaicos para la vivienda eficiente

El análisis comparativo entre los tres sistemas considerados —Sistema Fotovoltaico Autónomo (SFA), Sistema Híbrido (con batería + red) y Sistema Fotovoltaico Conectado a Red (SFCR)— evidencia que la elección del sistema óptimo depende tanto de criterios económicos como de decisiones sobre resiliencia, operación y ciclo de vida. A continuación, se resumen los hallazgos principales, se interpretan las cifras y se proponen recomendaciones específicas.

### Consideraciones operativas y de diseño

- Revisar garantías de paneles, inversores y baterías (garantía de potencia a 25 años, tasa de degradación anual).
- Optimizar orientación al norte e inclinación  $\sim 26\text{--}28^\circ$  para Resistencia (Chaco).
- Diseñar para minimizar pérdidas por sombreado (todos los paneles en serie, uso de optimizadores o microinversores si fuera necesario).



- Incluir en el análisis la proyección de reemplazos (baterías, inversores) y mantenimiento en el horizonte de estudio.
- 

## Recomendación práctica para la vivienda (Resistencia, Chaco)

Si la prioridad es la rentabilidad y la simplicidad operativa con red estable: SFCR.

- Si se prioriza independencia y resiliencia frente a cortes frecuentes: considerar híbrido con baterías de litio (preferible a SFA con AGM por ciclo de vida).
- Si el presupuesto es limitado y hay superficie suficiente: optar por policristalino o PERC y planificar ampliaciones futuras.

Tras el análisis técnico y económico de las tres alternativas, el Sistema Fotovoltaico Conectado a Red (SFCR) resulta el más rentable en el corto plazo, con una amortización en tan solo 3,10 años, además de requerir la menor inversión inicial. Si bien los sistemas autónomo e híbrido ofrecen mayor independencia, su costo y complejidad operativa no justifican la inversión adicional en el contexto de una zona urbana con red eléctrica estable, como es el caso de la ciudad de Resistencia.

Sistema recomendado: Sistema Fotovoltaico Conectado a Red (SFCR)

## 7- PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EFICIENTEMENTE MEJORADA

El cálculo del incremento del costo de la vivienda tradicional al incorporar mejoras en la envolvente térmica y la provisión de sistemas solares (paneles fotovoltaicos e instalación de termotanque solar) arrojó un aumento estimado de 22,54 % respecto del costo de referencia de la vivienda tradicional.

Para facilitar la verificación y la gestión del presupuesto, se adjunta Planilla Anexa n.º con la desagregación por rubro, unidades de obra, precios unitarios y totales (incluyendo el sistema fotovoltaico y el termotanque solar).

# CAPÍTULO VI

## 1- ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO

El presente capítulo aborda el análisis económico comparativo entre dos modelos de vivienda: una vivienda de tipo tradicional y una vivienda acondicionada con criterios de eficiencia energética. El propósito de este estudio es evaluar no solo el costo de ejecución inicial de cada propuesta, sino también su proyección económica en el tiempo, considerando las implicancias que conlleva la incorporación de mejoras tecnológicas y constructivas orientadas al ahorro energético.

Para ello, se desarrollan los siguientes cuatro puntos:

1. Costo de la vivienda tradicional: Se expone el presupuesto completo correspondiente a una vivienda proyectada bajo parámetros constructivos convencionales, sin la incorporación de soluciones pasivas ni activas orientadas al aprovechamiento energético.
2. Costo de la vivienda acondicionada: Se presenta el análisis económico de una vivienda intervenida con mejoras orientadas a la eficiencia energética, tales como el refuerzo de la envolvente térmica y la incorporación de sistemas de generación de energía renovable.
3. Comparativa entre los modelos: Se realiza una comparación entre ambas tipologías desde el punto de vista económico, identificando diferencias, ventajas y justificaciones técnicas del sobrecosto asociado a las estrategias de acondicionamiento.
4. Amortización: Se estima el período de recuperación de la inversión inicial adicional de la vivienda eficiente, en función del ahorro proyectado en consumo energético a lo largo del tiempo.

Este enfoque permite comprender de forma integral la relación entre inversión inicial y beneficio económico futuro, aportando herramientas objetivas para la toma de decisiones tanto en el ámbito proyectual como en el de la gestión de obras.

1- El costo - costo de la vivienda tradicional del proyecto es de \$ 128.004.536,45 (materiales y mano de obra); utilizándose materiales existentes en el mercado de la zona.

2- El costo de la vivienda eficientemente mejorada es de \$ 28.858.617,26 (materiales y mano de obra) considerando la mejora de la envolvente de la vivienda, el termostanque solar y los paneles fotovoltaicos.



3- Comparando los dos tipos de vivienda podemos decir que, desde el punto de vista económico, la vivienda eficientemente mejorada es un 22,5 % más elevado.

Esto nos lleva a pensar que la relación entre presupuesto de la vivienda y ahorro de energía va hacer aproximadamente siempre el mismo valor de amortización (años). No importando el mes que se calcule el presupuesto.

4-Consideramos como cálculo de amortización la formula (Presupuesto /Ahorro de energía), siendo esta una forma práctica y rápida de calcular la amortización.

Podemos tener las siguientes situaciones:

### COMPARATIVA ECONÓMICA

Desde el punto de vista estrictamente inicial, la vivienda eficiente presenta un incremento de inversión. Sin embargo, dicha diferencia debe analizarse en relación con el ahorro energético anual proyectado.

1- Los valores de ahorro estimados son:

- Ahorro anual por generación fotovoltaica: \$ 2.363.394,95.
- Ahorro anual adicional por mejora de la envolvente térmica: \$1.004.645.
- Ahorro total anual vivienda eficiente: \$3.368.039,95.

Aplicando la fórmula de amortización simple:

Amortización = Inversión adicional / Ahorro anual

Se obtiene:

$\$ 28.858.617,26 / \$3.368.039,95 \approx 8.57$  años.

### 2- INCORPORACIÓN DE VARIABLES TÉCNICAS EN EL ANÁLISIS

Para un análisis más riguroso, es necesario incorporar variables técnicas que afectan el comportamiento económico real a lo largo del tiempo.

a)- Degradación de módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos no mantienen su potencia nominal constante durante toda su vida útil. Presentan una degradación anual promedio del orden del 0,4 % (valor típico para módulos actuales de tecnología N-type). Esto implica que la generación eléctrica disminuye levemente cada año, reduciendo progresivamente el ahorro monetario.



Considerando un horizonte de análisis de 25 años, la producción promedio del sistema resulta aproximadamente 95 % del valor inicial. En consecuencia, el ahorro anual promedio por generación fotovoltaica se reduce a aproximadamente \$2.226.418.

b)- Reemplazo de inversor

Los inversores fotovoltaicos presentan una vida útil técnica promedio de entre 10 y 15 años. Por lo tanto, en un horizonte de 25 años es razonable prever al menos un reemplazo. Si el costo estimado del inversor es de \$3.600.000, este valor debe adicionarse a la inversión total considerada en el análisis ampliado.

c)- Vida útil de baterías (cuando corresponda)

En sistemas autónomos o híbridos con almacenamiento:

- Baterías AGM: vida útil típica 3 a 7 años según régimen de uso. En 25 años podrían requerirse múltiples reemplazos, impactando fuertemente en el costo total.
- Baterías de litio (ej. tipo Pylontech): vida útil aproximada 15 años. En 25 años se prevé al menos una reposición.

El costo de reposición de baterías puede modificar significativamente la amortización, especialmente en sistemas fuera de red.

d)- Mantenimiento y factores operativos

Deben considerarse además:

- Limpieza periódica de módulos (reducción de pérdidas por suciedad).
- Eventuales fallas parciales.
- Variación del precio del kWh en el tiempo.
- Condiciones climáticas locales (alta temperatura y humedad en Resistencia, que pueden afectar rendimiento).

### 3- AMORTIZACIÓN AJUSTADA (ESCENARIO REALISTA)

Incorporando:

- Degradación anual de módulos (4 %).
- Reemplazo de un inversor en 25 años (\$3.600.000).
- Ahorro promedio ajustado por degradación.

El ahorro anual promedio total resulta aproximadamente:

\$ 2.245.225,20 (PV ajustado) + \$1.004.645 (envolvente) = \$ 3.249.870,2

La inversión ajustada total sería:

\$ 28.858.617,26 + 3.600.000 = \$ 32.458.617,26

Amortización ajustada:

\$ 32.458.617,26 / \$ 3.249.870,2 ≈ 10 años.

Este resultado muestra que, al considerar variables técnicas reales, el período de recuperación se incrementa aproximadamente un año respecto del cálculo simplificado.

## ANÁLISIS CUALITATIVO COMPLEMENTARIO

Más allá del retorno económico directo, la vivienda eficientemente mejorada presenta beneficios adicionales:

- Mayor confort térmico interior.
- Menor dependencia energética externa.
- Mayor estabilidad frente a aumentos tarifarios.
- Reducción de emisiones indirectas de CO<sub>2</sub>.
- Incremento del valor inmobiliario del inmueble.

Estos factores, aunque no siempre cuantificados en la amortización simple, aportan valor técnico y social al proyecto.

Este resultado indica que, bajo condiciones ideales y sin considerar factores de degradación o reposición de equipos, la inversión adicional se recuperaría en poco más de seis años.

El análisis económico comparativo demuestra que la vivienda eficientemente mejorada requiere una inversión inicial mayor, pero genera ahorros energéticos significativos que permiten recuperar el sobre costo en un plazo estimado entre 4 a 8 años, según se utilice un modelo simple o ajustado.

Cuando se incorporan variables técnicas como degradación de módulos, reemplazo de inversor y vida útil de baterías, el período de amortización se extiende, aunque continúa siendo razonable dentro de un horizonte de vida útil de 25 años.

Se concluye que la incorporación de estrategias pasivas (envolvente térmica) combinadas con generación activa (sistema fotovoltaico) constituye una decisión técnicamente justificada y económicamente viable en el mediano plazo para el contexto climático y urbano de Resistencia.

Para un análisis financiero más exhaustivo, sería recomendable en futuras etapas incorporar tasa de descuento, cálculo de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). No obstante, para los fines del presente trabajo, el método de amortización simple permite visualizar con claridad la relación entre inversión inicial y beneficio energético futuro.

# CAPÍTULO VII

## CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar comparativamente dos modelos de vivienda: una vivienda de resolución tradicional, construida con los materiales y técnicas habitualmente empleadas en la región, y una vivienda intervenida con criterios de eficiencia energética, mediante la mejora de la envolvente térmica, la incorporación de un sistema solar térmico para agua caliente sanitaria y la instalación de generación fotovoltaica.

El análisis realizado permitió abordar la problemática desde tres dimensiones principales: desempeño térmico, impacto económico y proyección técnica a mediano y largo plazo.

Desde el punto de vista térmico, los resultados evidencian que la envolvente tradicional —compuesta por muros y cubierta sin aislación específica— presenta una elevada transmitancia térmica, lo que facilita importantes flujos de calor hacia el interior en períodos cálidos y hacia el exterior en períodos más templados. Esta condición incrementa la demanda de refrigeración y, en consecuencia, el consumo eléctrico asociado.

La mejora de la envolvente mediante la incorporación de aislaciones adecuadas en muros y techos permitió reducir aproximadamente 43 % la demanda energética destinada a refrigeración. Esta disminución no sólo mejora las condiciones de confort interior, sino que reduce la potencia requerida de los equipos de climatización, evita sobredimensionamientos y disminuye el consumo eléctrico anual.

La reducción de la demanda energética tiene además un efecto directo sobre el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. En el escenario original, la vivienda requería 12 paneles solares para cubrir el consumo estimado. Con la mejora de la envolvente, la misma demanda puede satisfacerse con aproximadamente 7 paneles, evidenciando que el diseño pasivo actúa como herramienta primaria de optimización energética.

No obstante, la disminución de la cantidad de paneles implica una menor generación anual de energía, lo que modifica la relación entre inversión y ahorro. Aunque la inversión inicial del sistema es menor al instalar menos módulos, el ahorro anual también se reduce proporcionalmente, pudiendo extender el período de amortización dependiendo del esquema adoptado. Este aspecto confirma que el criterio de diseño debe priorizar la reducción de demanda antes que la sobredimensión de sistemas activos.

Desde el punto de vista económico, la vivienda eficientemente mejorada presenta un incremento de inversión inicial respecto de la vivienda tradicional, del orden del 20–22 %. Este sobrecosto está asociado a la mejora de la envolvente y a la incorporación de tecnologías de generación renovable.



## SUGERENCIAS, RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

Los resultados alcanzados a lo largo de este trabajo permiten formular una serie de reflexiones y orientaciones que pueden servir como punto de partida para futuras intervenciones, desarrollos académicos y políticas públicas vinculadas a la eficiencia energética en viviendas. En primer lugar, se destaca la importancia de priorizar las mejoras pasivas de la envolvente edilicia como estrategia inicial y fundamental en cualquier proceso de optimización energética. El análisis comparativo realizado evidenció que la incorporación de aislamiento térmico adecuado en muros y cubiertas, la sustitución o mejora de aberturas con menor transmitancia térmica, y la integración de dispositivos de control solar no solo generan una disminución significativa en la demanda de climatización, sino que también producen un efecto multiplicador sobre el desempeño de los sistemas activos que se incorporan posteriormente. Una envolvente más eficiente permite reducir la potencia requerida de equipos de refrigeración y calefacción, evita sobredimensionamientos y, en consecuencia, disminuye los costos de inversión y operación asociados.

En este sentido, resulta pertinente señalar que el orden de intervención propuesto — primero mejorar la envolvente, luego incorporar tecnologías pasivas complementarias y finalmente implementar sistemas fotovoltaicos o térmicos— no responde únicamente a criterios técnicos, sino también a consideraciones económicas y sociales. En muchas viviendas de la región, las limitaciones presupuestarias impiden abordar todas las mejoras de manera simultánea. Por ello, la planificación escalonada ofrece una hoja de ruta realista que maximiza el rendimiento de cada inversión parcial sin comprometer el desempeño global. Esta secuencia permite que los beneficios sean perceptibles desde las primeras intervenciones, lo que genera mayor aceptación y continuidad del proceso.

Respecto a la incorporación de sistemas fotovoltaicos, la evidencia analizada demuestra que la correcta orientación y disposición de los módulos es un factor determinante para asegurar un rendimiento eficiente. En el hemisferio sur, la orientación hacia el norte y una inclinación acorde con la latitud de Resistencia ofrecen un aprovechamiento óptimo de la radiación solar anual. Asimismo, la identificación de posibles obstrucciones —tales como árboles, edificaciones lindantes o elementos constructivos— resulta imprescindible, dado que incluso pequeñas sombras pueden reducir de manera significativa la producción energética. Este aspecto cobra relevancia tanto en viviendas urbanas como en proyectos de mayor escala, donde la densidad edilicia y la variabilidad de alturas pueden afectar la uniformidad de la captación solar.

Además de las recomendaciones estrictamente técnicas, los resultados del trabajo abren un campo de reflexión sobre la necesidad de instrumentar políticas de financiamiento accesibles que faciliten la implementación de mejoras energéticas en viviendas familiares. En este sentido, sería deseable avanzar hacia modelos de



subvenciones parciales, créditos blandos o programas de intervención progresiva que permitan a los usuarios iniciar mejoras desde la envolvente hasta la incorporación de energías renovables. Esta perspectiva no solo contribuye a mejorar el desempeño térmico individual de cada vivienda, sino que también tiene un impacto agregado en la reducción de la demanda energética urbana y en la promoción de hábitos de consumo más responsables.

A partir de estas conclusiones, se identifican múltiples líneas de investigación y desarrollo futuro que pueden fortalecer y ampliar la base de conocimiento construida. Una primera línea consiste en replicar la metodología del presente estudio en otras zonas bioclimáticas del país, con el fin de comparar los efectos de la envolvente térmica y la generación fotovoltaica en contextos climáticos diversos. Argentina presenta una gran variabilidad térmica, desde climas cálidos y húmedos hasta climas fríos y secos, lo que permite que una misma estrategia arroje resultados y tiempos de amortización muy diferentes según la región. La comparación interregional permitiría avanzar hacia recomendaciones más ajustadas a cada contexto.

Otra línea de desarrollo relevante está vinculada a la validación experimental de los resultados teóricos, mediante la incorporación de monitoreos en viviendas reales. La instalación de sensores de temperatura, humedad, radiación, consumo eléctrico y calidad de aire permitiría contrastar los modelos y simulaciones utilizados con el comportamiento observado en condiciones reales de uso. Esta información no solo enriquecería futuras investigaciones, sino que además permitiría ajustar parámetros en el diseño de viviendas nuevas, generar recomendaciones más precisas para viviendas existentes y mejorar las proyecciones económicas y térmicas utilizadas en proyectos de eficiencia energética.

De igual manera, la incorporación de estudios de Análisis de Ciclo de Vida (LCA) resulta una extensión natural de este trabajo. Si bien el presente estudio se enfoca principalmente en el desempeño energético y económico, el LCA permitiría incluir una dimensión ambiental integral que abarque los impactos asociados a la fabricación, transporte, instalación, mantenimiento y disposición final de los materiales utilizados tanto en la envolvente como en los sistemas fotovoltaicos. Este tipo de análisis podría brindar información valiosa para la selección de tecnologías con menor huella de carbono y mayor durabilidad.

Desde una perspectiva social, otra línea de investigación posible se basa en estudiar el comportamiento de los usuarios y su relación con el consumo energético real. Como se ha demostrado en numerosos estudios, las prácticas cotidianas de ventilación, regulación térmica, apertura de ventanas y uso de sistemas de climatización pueden modificar sustancialmente la demanda energética calculada. Analizar hábitos, percepciones y limitaciones de los usuarios permitiría desarrollar recomendaciones y programas educativos más ajustados a la realidad cotidiana de los hogares.

Finalmente, se considera central continuar profundizando en la optimización económica del sistema fotovoltaico en escenarios de largo plazo, incluyendo la variabilidad tarifaria,



la degradación anual de los paneles, la vida útil de los componentes, las garantías de los fabricantes y los costos futuros de reposición. La integración de todos estos factores permitiría construir modelos económicos más robustos, con capacidad para orientar decisiones de inversión tanto en viviendas particulares como en proyectos de mayor escala.

En conjunto, todas estas líneas no solo continúan el trabajo realizado, sino que también configuran un marco amplio para el desarrollo de nuevos estudios, prácticas profesionales, políticas habitacionales y estrategias de diseño arquitectónico orientadas a mejorar la eficiencia energética en distintos contextos. La vivienda eficiente deja de ser un aspecto técnico aislado para convertirse en un componente clave en la transición hacia ciudades más.

## BIBLIOGRAFÍA

Administración Provincial del Agua (APA). (s.f.). Datos climáticos utilizados para el cálculo de temperatura de resistencia. Elaboración propia basada en registros de la Administración Provincial del Agua.

AR Solar. (s.f.). *Termotanque solar 200 litros*.  
<https://arsolar.com.ar/producto/termotanque-solar-200-lts/>

Energiehaus. (2020). *Vivienda certificada Passivhaus Classic en Córdoba, Argentina*. <https://energiehaus.es/proyectos-passivhaus-energiehaus/vivienda-pasiva-en-cordoba-argentina/>

Gaisma. (s.f.). *Solar radiation and daylight data*.  
<https://www.gaisma.com/en/>

Hernández, P. J. (2014). *Diagrama bioclimático de Givoni: Diseños de viviendas eficientes mediante medidas pasivas*.  
<https://pedrohernandez.com/2014/03/03/diagrama-bioclimatico-de-givoni-2/>

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (s.f.). *IRAM 11601: Acondicionamiento térmico de edificios. Determinación de la transmitancia térmica en muros y cubiertas*.  
[https://tallerac1.files.wordpress.com/2013/08/iram\\_11601-1.pdf](https://tallerac1.files.wordpress.com/2013/08/iram_11601-1.pdf)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (s.f.). *IRAM 11603: Clasificación bioambiental de la República Argentina*.  
<https://es.scribd.com/document/707190670/Iram-11603>

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (s.f.). *IRAM 11605: Condiciones de habitabilidad térmica en edificios*.  
<https://arquitectoserdeiro.files.wordpress.com/2015/04/iram-11605.pdf>

La Nación. (2023). *“La Dianita”: La vivienda argentina que consume menos energía que un secador de pelo*.  
<https://www.lanacion.com.ar/propiedades/casa-pasiva-la-vivienda-argentina-que-consume-menos-energia-que-un-secador-de-pelo-gano-un-premio-nid08092023/>

Sunfields. (2018). *Tipos de paneles solares fotovoltaicos*. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-paneles-solaresfotovoltaicos>

Weather Atlas. (s.f.). *Climate and weather averages in Resistencia, Argentina*. <https://www.weatheratlas.com/en/argentina/resistencia-climate>

PLANILLA N° 1 DE COMPUTOS Y PRESUPUESTOS - COSTO COSTO

	RUBRO/ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PRECIO ITEM	PRECIO RUBRO	%inc.
1	TRABAJOS PRELIMINARES Y REPLANTEO					\$ 1.190.147,64	1,19%
1.1	REPLANTEO DE OBRA	M2	491	\$ 1.156,20	\$ 567.694,20		
1.2	EXCAVACIONES P/ BASES	M3	28,86	\$ 15.828,00	\$ 456.796,08		
1.3	EXCAVACIONES P/ VIGA DE ENCADENADO	M3	3,7	\$ 15.828,00	\$ 58.563,60		
	EXCAVACIONES P/ PILOTINES	M3	1,67	\$ 64.128,00	\$ 107.093,76		
					\$ -		
2	ESTRUCTURA RESISTENTE					\$ 20.541.734,26	20,48%
2.1	H° A° P/ ZAPATA DE FUNDACION H 21	M3	7,58	\$ 224.984,36	\$ 1.705.381,44		
2.2	H° A° P/VIGA DE ENCADENADO INFERIOR	M3	3,7	\$ 376.063,33	\$ 1.391.434,34		
2.3	PILOTINES DE H° A°	M3	1,38	\$ 274.219,35	\$ 378.422,71		
2.4	DINTEL 2 FE DEL 8	M3	77	\$ 3.593,49	\$ 276.698,57		
2.5	H° A° P/VIGA DE ENCADENADO SUPERIOR	M3	4	\$ 376.063,33	\$ 1.504.253,34		
2.6	ENTREPISO DE HORMIGON DE VIGUETAS ALIGERADA	m2	93,19	\$ 157.284,90	\$ 14.657.379,86		
2.7	ESCALERA DE H° A°	M3	1,43	\$ 439.275,53	\$ 628.164,01		
					\$ -		
3	ALBANILERIA					\$ 11.135.460,35	11,10%
3.1	MAMPOSTERIA FUNDACION 0,20	M3	6,6	\$ 123.630,84	\$ 815.963,56		
3.2	MAMPOSTERIA ELEVACION 0,20	M3	62,6	\$ 134.586,84	\$ 8.425.136,37		
3.3	MAMPOSTERIA FUNDACION 0,15	M3	0,65	\$ 95.357,84	\$ 61.982,60		
3.4	MAMPOSTERIA ELEVACION 0,15	M3	9,85	\$ 103.166,84	\$ 1.016.193,42		
3.5	TABIQUE DE LADRILLO CERAMICO HUECO 8 CM.	M2	19	\$ 12.500,25	\$ 237.504,73		
3.6	REFUERZO 2 FE DEL 6	ML	110,95	\$ 3.187,12	\$ 353.610,43		
3.7	CAPA AISLADORA	M2	61,6	\$ 3.653,72	\$ 225.069,24		
					\$ -		
4	CUBIERTA					\$ 5.949.757,89	5,93%
4.1	CUBIERTA CHAPA ONDULADA N°25/ESTRUCT CORREAS C	M2	135,95	\$ 43.764,31	\$ 5.949.757,89		
					\$ -		
5	CONTRAPISO					\$ 1.650.806,72	1,65%
5.1	CONTRAPISOS	M2	158	\$ 10.448,14	\$ 1.650.806,72		
					\$ -		
6	PISOS Y ZÓCALO					\$ 2.463.080,76	2,46%
6.1	CARPETA DE NIVELACIÓN	M2	251,3	\$ 5.266,22	\$ 1.323.401,46		
6.2	PISO DE PORCELANATO	M2	190,92	\$ 4671,7	\$ 891.920,96		
6.3	ZÓCALO DE PORCELANATO	ML	144,1	\$ 1.719,35	\$ 247.758,34		
					\$ -		
7	REVOQUE					\$ 6.920.552,21	5,90%
7.1	REVOQUE BAJO REVETIMIENTO	M2	263,67	\$ 6.464,24	\$ 1.704.426,73		
7.2	REVOQUE INTERIOR COMPLETO	M2	367,57	\$ 9.077,67	\$ 3.336.680,47		
7.3	REVOQUE EXTERIOR COMPLETO	M2	96,88	\$ 9.077,67	\$ 879.445,01		
					\$ -		
8	REVESTIMIENTO					\$ 2.630.994,34	2,62%
8.1	REVESTIMIENTO DE PORCELANATO	M2	91,35	\$ 13.814,41	\$ 1.261.946,35		
8.2	REVESTIMIENTO ACRILICO TEXTURADO	M2	145,32	\$ 9.420,30	\$ 1.368.958,00		
					\$ -		
9	CIELORRASO					\$ 11.493.085,22	11,46%
9.1	Cielorraso tabillas de PVC, de 200 mm de ancho, color blanco	M2	74,5	\$ 37.603,60	\$ 6.853.255,92		
9.2	CIELORRASO DE JUNTA TOMADA	M2	182,25	\$ 25.458,60	\$ 4.639.829,30		
					\$ -		
10	CARPINTERIA					\$ 13.893.108,00	13,85%
10.1	P1 PAÑO FIJO MODENA C50 296 x 2100	U	1	\$ 979.483,00	\$ 979.483,00		
10.2	P2 PUERTA REBATIBLE CLASICA 25/45. 850 x 2050	U	5	\$ 323.134,00	\$ 1.615.670,00		
10.3	P3 PUERTA REBATIBLE CLASICA 25/45. 900 x 2050	U	3	\$ 331.937,00	\$ 995.811,00		
10.4	P4 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 850 x 2050	U	1	\$ 426.146,00	\$ 426.146,00		
10.5	P5 PUERTA REBATIBLE CLASICA 25/45. 850 x 2050	U	1	\$ 322.892,00	\$ 322.892,00		
10.6	P6 PUERTA CORREDIZA 1 HOJA CLASICA 25/45. 850 x 2050	U	1	\$ 499.624,00	\$ 499.624,00		
10.7	P7 PUERTA REBATIBLE CELOSIA CLASICA 25/45. 1000 x 1800	U	1	\$ 677.010,00	\$ 677.010,00		
10.8	PV1 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 1400 x 2050	U	1	\$ 703.178,00	\$ 703.178,00		
10.9	PV2 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 1200 x 2050	U	2	\$ 881.937,00	\$ 1.763.874,00		
10.10	PV3 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 900 x 2050	U	1	\$ 749.570,00	\$ 749.570,00		
10.11	PF1 PAÑO FIJO CLASICA 45. 800 x 2050	U	1	\$ 278.863,00	\$ 278.863,00		
10.12	V1 VENTANA REBATIBLE MODENA 45. 1200 x 1500	U	5	\$ 554.392,00	\$ 2.771.960,00		
10.13	V2 PAÑO FIJO CLASICA 45. 300 x 3000	U	2	\$ 225.062,00	\$ 450.124,00		
10.14	V3 VENTILUZ CLASICA 25/45. 600 x 600	U	2	\$ 101.368,00	\$ 202.736,00		
10.15	V4 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 2500 x 650	U	1	\$ 223.226,00	\$ 223.226,00		
10.16	V5 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 1700 x 650	U	1	\$ 169.486,00	\$ 169.486,00		
10.17	V6 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 2000 x 600	U	1	\$ 182.823,00	\$ 182.823,00		
10.18	V7 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 2000 x 1000	U	1	\$ 235.606,00	\$ 235.606,00		
10.19	V8 VENTANA REBATIBLE MODENA 45. 600 x 1500	U	2	\$ 322.513,00	\$ 645.026,00		
					\$ -		
11	PINTURAS					\$ 5.133.943,74	5,12%
11.1	LATEX INTERIOR	M2	367,57	\$ 5.912,56	\$ 2.173.279,31		
11.2	LATEX EXTERIOR	M2	96,9	\$ 6.807,23	\$ 659.620,39		
11.3	PINTURA SILICONADA P/ LADRILLOS A LA VISTA	M2	242,2	\$ 9.500,59	\$ 2.301.044,04		
					\$ -		
12	INSTALACIONES					\$ 17.174.786,96	17,12%
12.1	INSTALACIONES ELECTRICAS	GL	1	\$ 8.047.754,97	\$ 8.047.754,97		
12.2	INSTALACIONES SANITARIA	GL	1	\$ 9.127.031,99	\$ 9.127.031,99		
					\$ -		
13	MESADAS					\$ 1.118.051,34	1,11%
13.1	MESADA GRIS MARA CON BACHA	M2	4,6	\$ 243.054,64	\$ 1.118.051,34		

**COSTO - COSTO**      \$ 100.295.419,45      100,00%

PLANILLA N° 2: ANÁLISIS DE PRECIO - COSTO UNITARIO POR ITEMS

01 TRABAJOS PRELIMINARES Y REPLANTEO							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
1.1	REPLANTEO DE OBRA	M2					
	MANO DE OBRA				\$ 1.156,20		\$ 1.156,20
	OFICIAL	HS	0,20	\$ 4.056,00	\$ 811,20		
	AYUDANTE	HS	0,10	\$ 3.450,00	\$ 345,00		
1.2	EXCAVACIONES P/ BASES	M3					
	MANO DE OBRA		1,00		\$ 15.828,00	\$ 15.828,00	\$ 15.828,00
	OFICIAL	HS	0,50	\$ 4.056,00	\$ 2.028,00		
	AYUDANTE	HS	4,00	\$ 3.450,00	\$ 13.800,00		
1.3	EXCAVACIONES P/ VIGA DE ENCADENADO	M3					
	MANO DE OBRA		1,00		\$ 15.828,00	\$ 15.828,00	\$ 15.828,00
	OFICIAL	HS	0,50	\$ 4.056,00	\$ 2.028,00		
	AYUDANTE	HS	4,00	\$ 3.450,00	\$ 13.800,00		
1.4	EXCAVACIONES P/ PILOTINES	M3					
	MANO DE OBRA		1,00		\$ 31.050,00	\$ 64.128,00	\$ 64.128,00
	OFICIAL	HS	0,50	\$ 4.056,00	\$ 2.028,00		
	AYUDANTE	HS	9,00	\$ 3.450,00	\$ 31.050,00		
02 ESTRUCTURA RESISTENTE							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
2.1	H° A° P/ ZAPATA DE FUNDACION H 21	M3					
	CEMENTO	KG	300,00	\$ 157,02	\$ 47.107,44		
	PIEDRA PARTIDA	M3	0,75	\$ 57.851,24	\$ 43.388,43		
	ARENA MEDIANA	M3	0,65	\$ 15.702,48	\$ 10.206,61		
	HIERRO	KG	70,00	\$ 1.664,40	\$ 116.507,86		
	ALAMBRE NEGRO	KG	2,00	\$ 134,01	\$ 268,02		
	MANO DE OBRA		1		\$ 7.506,00		
	OFICIAL	HS	7,00	\$ 0,10	\$ 4.056,00		
	AYUDANTE	HS	11,00	\$ 0,00	\$ 3.450,00		
2.2	H° A° P/VIGA DE ENCADENADO INFERIOR	M3					
	CEMENTO	KG	300,00	\$ 157,02	\$ 47.107,44		
	PIEDRA PARTIDA	M3	0,75	\$ 57.851,24	\$ 43.388,43		
	ARENA MEDIANA	M3	0,65	\$ 15.702,48	\$ 10.206,61		
	HIERRO	KG	80,00	\$ 1.664,40	\$ 133.151,84		
	ALAMBRE NEGRO	KG	1,50	\$ 134,01	\$ 201,01		
	MANO DE OBRA		1		\$ 142.008,00		
	OFICIAL	HS	18,00	\$ 4.056,00	\$ 73.008,00		
	AYUDANTE	HS	20,00	\$ 3.450,00	\$ 69.000,00		
2.3	PILOTINES DE H° A°	M3					
	CEMENTO	KG	300,00	\$ 157,02	\$ 47.107,44		
	PIEDRA PARTIDA	M3	0,75	\$ 57.851,24	\$ 43.388,43		
	ARENA MEDIANA	M3	0,65	\$ 15.702,48	\$ 10.206,61		
	HIERRO	KG	70,00	\$ 1.664,40	\$ 116.507,86		
	ALAMBRE NEGRO	KG	1,50	\$ 134,01	\$ 201,01		
	MANO DE OBRA		1		\$ 56.808,00		
	OFICIAL	HS	5,50	\$ 4.056,00	\$ 22.308,00		
	AYUDANTE	HS	10,00	\$ 3.450,00	\$ 34.500,00		
2.4	DINTEL 2 FE DEL 8	M3					
	CEMENTO	KG	4,62	\$ 157,02	\$ 725,45		
	ARENA MEDIANA	M3	0,02	\$ 19.000,00	\$ 380,00		
	HIERRO	KG	0,85	\$ 2.013,92	\$ 1.711,83		
	MANO DE OBRA		1		\$ 1.156,20		
	OFICIAL	HS	0,20	\$ 4.056,00	\$ 811,20		
	AYUDANTE	HS	0,10	\$ 3.450,00	\$ 345,00		
2.5	H° A° P/VIGA DE ENCADENADO SUPERIOR	M3					
	CEMENTO	KG	300,00	\$ 157,02	\$ 47.107,44		
	PIEDRA PARTIDA	M3	0,75	\$ 57.851,24	\$ 43.388,43		
	ARENA MEDIANA	M3	0,65	\$ 15.702,48	\$ 10.206,61		
	HIERRO	KG	80,00	\$ 1.664,40	\$ 133.151,84		
	ALAMBRE NEGRO	KG	1,50	\$ 134,01	\$ 201,01		
	MANO DE OBRA		1		\$ 142.008,00		
	OFICIAL	HS	18,00	\$ 4.056,00	\$ 73.008,00		
	AYUDANTE	HS	20,00	\$ 3.450,00	\$ 69.000,00		
2.6	ENTREPISO DE HORMIGON DE VIGUETAS ALIGERADA	M3					
	VIGUETAS PRETENSADA	U	2,00	\$ 3.840,00	\$ 7.680,00		
	LADRILLO ISOPOR 0,165 X 1,00	U	2,00	\$ 57.851,24	\$ 115.702,48		
	MALLA ELECT. 15X15 6 mm Q188	M2	0,65	\$ 15.702,48	\$ 10.206,61		
	HIERRO	KG	1,50	\$ 1.664,40	\$ 2.496,60		
	ALAMBRE NEGRO	KG	1,50	\$ 134,01	\$ 201,01		
	H° ELABORADO H30	M3	0,08	\$ 154.669,42	\$ 12.373,55		
	MANO DE OBRA		1		\$ 20.998,20		
	OFICIAL	HS	2,20	\$ 4.056,00	\$ 8.923,20		
	AYUDANTE	HS	3,50	\$ 3.450,00	\$ 12.075,00		
2.7	ESCALERA DE H° A°	M3					
	CEMENTO	KG	300,00	\$ 157,02	\$ 47.107,44		
	PIEDRA PARTIDA	M3	0,65	\$ 57.851,24	\$ 37.603,31		
	ARENA MEDIANA	M3	0,65	\$ 15.702,48	\$ 10.206,61		
	HIERRO	KG	65,00	\$ 1.664,40	\$ 108.185,87		
	ALAMBRE NEGRO	KG	0,45	\$ 134,01	\$ 60,30		
	TABLAS	M2	2,78	\$ 10.289,26	\$ 28.604,13		
	CLAVOS	KG	1,70	\$ 8.950,00	\$ 15.215,00		
	MANO DE OBRA		1		\$ 236.112,00		
	OFICIAL	HS	39,50	\$ 4.056,00	\$ 160.212,00		
	AYUDANTE	HS	22,00	\$ 3.450,00	\$ 75.900,00		



03							
ALBANILERIA							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
<b>3.1</b>	<b>MAMPOSTERIA FUNDACION 0,20</b>	<b>M3</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 67.638,84</b>	<b>\$ 123.630,84</b>	<b>\$ 123.630,84</b>
	CEMENTO X 50KG	KG	32,00	\$ 157,02	\$ 5.024,79		
	CAL X 25KG	KG	51,00	\$ 271,07	\$ 13.824,79		
	ARENA MEDIANA	M3	0,27	\$ 15.702,48	\$ 4.161,16		
	LADRILLO COMUN 20	U <sup>o</sup>	300,00	\$ 148,76	\$ 44.628,10		
	MANO DE OBRA		1		\$ 55.992,00		
	OFICIAL	HS	7,00	\$ 4.056,00	\$ 28.392,00		
	AYUDANTE	HS	8,00	\$ 3.450,00	\$ 27.600,00		
<b>3.2</b>	<b>MAMPOSTERIA ELEVACION 0,20</b>	<b>M3</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 67.638,84</b>	<b>\$ 134.586,84</b>	<b>\$ 134.586,84</b>
	CEMENTO X 50KG	KG	32,00	\$ 157,02	\$ 5.024,79		
	CAL X 25KG	KG	51,00	\$ 271,07	\$ 13.824,79		
	ARENA MEDIANA	M3	0,27	\$ 15.702,48	\$ 4.161,16		
	LADRILLO COMUN 20	U <sup>o</sup>	300,00	\$ 148,76	\$ 44.628,10		
	MANO DE OBRA		1		\$ 66.948,00		
	OFICIAL	HS	8,00	\$ 4.056,00	\$ 32.448,00		
	AYUDANTE	HS	10,00	\$ 3.450,00	\$ 34.500,00		
<b>3.3</b>	<b>MAMPOSTERIA FUNDACION 0,15</b>	<b>M3</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 60.382,64</b>	<b>\$ 95.357,84</b>	<b>\$ 95.357,84</b>
	CEMENTO X 50KG	KG	26,00	\$ 157,02	\$ 4.082,64		
	CAL X 25KG	KG	46,00	\$ 271,07	\$ 12.469,42		
	ARENA MEDIANA	M3	0,27	\$ 15.702,48	\$ 4.161,16		
	LADRILLO COMUN 15	U <sup>o</sup>	400,00	\$ 99,17	\$ 39.669,42		
	MANO DE OBRA		1		\$ 34.975,20		
	OFICIAL	HS	4,20	\$ 4.056,00	\$ 17.035,20		
	AYUDANTE	HS	5,20	\$ 3.450,00	\$ 17.940,00		
<b>3.4</b>	<b>MAMPOSTERIA ELEVACION 0,15</b>	<b>M3</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 60.382,64</b>	<b>\$ 103.166,84</b>	<b>\$ 103.166,84</b>
	CEMENTO X 50KG	KG	26,00	\$ 157,02	\$ 4.082,64		
	CAL X 25KG	KG	46,00	\$ 271,07	\$ 12.469,42		
	ARENA MEDIANA	M3	0,27	\$ 15.702,48	\$ 4.161,16		
	LADRILLO COMUN 15	U <sup>o</sup>	400,00	\$ 99,17	\$ 39.669,42		
	MANO DE OBRA		1		\$ 42.784,20		
	OFICIAL	HS	5,70	\$ 4.056,00	\$ 23.119,20		
	AYUDANTE	HS	5,70	\$ 3.450,00	\$ 19.665,00		
<b>3.5</b>	<b>TABIQUE DE LADRILLO CERAMICO HUECO 8 CM</b>	<b>M2</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 6.810,15</b>	<b>\$ 12.500,25</b>	<b>\$ 12.500,25</b>
	CEMENTO X 50KG	KG	2,34	\$ 157,02	\$ 367,44		
	CAL X 25KG	KG	2,06	\$ 271,07	\$ 558,41		
	ARENA MEDIANA	M3	0,01	\$ 15.702,48	\$ 157,02		
	LADRILLO HUECO 8 X 18 X 28	U <sup>o</sup>	14,00	\$ 409,09	\$ 5.727,27		
	MANO DE OBRA		1		\$ 5.690,10		
	OFICIAL	HS	0,85	\$ 4.056,00	\$ 3.447,60		
	AYUDANTE	HS	0,65	\$ 3.450,00	\$ 2.242,50		
<b>3.6</b>	<b>REFUERZO 2 FE DEL 6</b>	<b>M3</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 2.091,52</b>	<b>\$ 3.187,12</b>	<b>\$ 3.187,12</b>
	CEMENTO	KG	2,31	\$ 157,02	\$ 362,73		
	ARENA MEDIANA	M3	0,02	\$ 15.702,48	\$ 314,05		
	HIERRO	KG	0,85	\$ 1.664,40	\$ 1.414,74		
	MANO DE OBRA		1		\$ 1.095,60		
	OFICIAL	HS	0,10	\$ 4.056,00	\$ 405,60		
	AYUDANTE	HS	0,20	\$ 3.450,00	\$ 690,00		
<b>3.7</b>	<b>CAPA AISLADORA</b>	<b>M2</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 1.919,42</b>	<b>\$ 3.653,72</b>	<b>\$ 3.653,72</b>
	CEMENTO X 50KG	BOL	7,50	\$ 157,02	\$ 1.177,69		
	HIDROFUGO	KG	0,35	\$ 1.446,28	\$ 506,20		
	ARENA MEDIANA	M3	0,02	\$ 15.702,48	\$ 235,54		
	MANO DE OBRA		1		\$ 1.734,30		
	OFICIAL	HS	0,30	\$ 4.056,00	\$ 1.216,80		
	AYUDANTE	HS	0,15	\$ 3.450,00	\$ 517,50		
04							
CUBIERTA							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
<b>4.1</b>	<b>CUBIERTA CHAPA ONDULADA N°25/ESTRUCT CORREAS C</b>	<b>M2</b>	<b>1,00</b>		<b>\$ 37.850,41</b>	<b>\$ 43.764,31</b>	<b>\$ 43.764,31</b>
	PERFIL C 100X 50	ML	1,25	\$ 9.179,65	\$ 11.474,56		
	TORNILLO AUTOP.	U	6,00	\$ 790,85	\$ 4.745,11		
	AISLANTE TERMICO	M2	1,10	\$ 261,36	\$ 287,50		
	CHAPA GALV. N°25	M2	1,10	\$ 19.159,30	\$ 21.075,23		
	ALAMBRE GALVANIZADO N° 9	KG	2,00	\$ 134,01	\$ 268,02		
	MANO DE OBRA		1		\$ 5.913,90		
	OFICIAL	HS	0,65	\$ 4.056,00	\$ 2.636,40		
	AYUDANTE	HS	0,95	\$ 3.450,00	\$ 3.277,50		



CONTRAPISOS							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
5.1	CONTRAPISOS	M2	1,00		\$ 6.410,74	\$ 10.448,14	\$ 10.448,14
	CEMENTO	KG	4,50	\$ 157,02	\$ 706,61		
	CAL	KG	7,75	\$ 271,07	\$ 2.100,83		
	ARENA	M3	0,04	\$ 15.702,48	\$ 628,10		
	CASCOTE	M3	0,08	\$ 37.190,08	\$ 2.975,21		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 4.037,40		
	OFICIAL	HS	0,40	\$ 4.056,00	\$ 1.622,40		
	AYUDANTE	HS	0,70	\$ 3.450,00	\$ 2.415,00		
PISOS Y ZOCALOS							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
6.1	CARPETA DE NIVELACION	M2	1,00		\$ 2.669,42	\$ 5.266,22	\$ 5.266,22
	CEMENTO	KG	14,00	\$ 157,02	\$ 2.198,35		
	ARENA	M3	0,03	\$ 15.702,48	\$ 471,07		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 2.596,80		
	OFICIAL	HS	0,30	\$ 4.056,00	\$ 1.216,80		
	AYUDANTE	HS	0,40	\$ 3.450,00	\$ 1.380,00		
6.2	PISO DE PORCELANATO	M2	1,00		\$ 3.343,00	\$ 4.671,70	\$ 4.671,70
	PORCELANATO	M2	1,05	\$ 950,00	\$ 997,50		
	ADHESIVO	KG	5,00	\$ 350,00	\$ 1.750,00		
	PASTINA	KG	0,15	\$ 3.970,00	\$ 595,50		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 1.328,70		
	OFICIAL	HS	0,20	\$ 4.056,00	\$ 811,20		
	AYUDANTE	HS	0,15	\$ 3.450,00	\$ 517,50		
6.3	ZOCALO DE PORCELANATO	ML	1,00		\$ 390,65	\$ 1.719,35	\$ 1.719,35
	PORCELANATO	M2	0,13	\$ 950,00	\$ 118,75		
	ADHESIVO	KG	0,55	\$ 350,00	\$ 192,50		
	PASTINA	KG	0,02	\$ 3.970,00	\$ 79,40		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 1.328,70		
	OFICIAL	HS	0,20	\$ 4.056,00	\$ 811,20		
	AYUDANTE	HS	0,15	\$ 3.450,00	\$ 517,50		
REVOQUE							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
7.1	AZOTADO IMPERMEABLE	M2	1,00		\$ 938,02	\$ 2.297,02	\$ 2.297,02
	CEMENTO	BOL	1,75	\$ 157,02	\$ 274,79		
	HIDROFUGO	KG	0,35	\$ 1.446,28	\$ 506,20		
	ARENA	M3	0,01	\$ 15.702,48	\$ 157,02		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 1.359,00		
	OFICIAL	HS	0,25	\$ 4.056,00	\$ 1.014,00		
	AYUDANTE	HS	0,10	\$ 3.450,00	\$ 345,00		
7.2	REVOQUE BAJO REVETIMIENTO	M2	1,00		\$ 1.666,94	\$ 6.464,24	\$ 6.464,24
	CEMENTO	KG	3,30	\$ 157,02	\$ 518,18		
	CAL	BOL	2,50	\$ 271,07	\$ 677,69		
	ARENA	M3	0,03	\$ 15.702,48	\$ 471,07		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 4.797,30		
	OFICIAL	HS	0,80	\$ 4.056,00	\$ 3.244,80		
	AYUDANTE	HS	0,45	\$ 3.450,00	\$ 1.552,50		
7.3	REVOQUE INTERIOR COMPLETO	M2	1,00		\$ 2.779,17	\$ 9.077,67	\$ 9.077,67
	CEMENTO	BOL	4,80	\$ 157,02	\$ 753,72		
	HIDROFUGO	KG	0,40	\$ 1.446,28	\$ 578,51		
	CAL	BOL	3,60	\$ 271,07	\$ 975,87		
	ARENA	M3	0,03	\$ 15.702,48	\$ 471,07		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 6.298,50		
	OFICIAL	HS	1,00	\$ 4.056,00	\$ 4.056,00		
	AYUDANTE	HS	0,65	\$ 3.450,00	\$ 2.242,50		
REVESTIMIENTO							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
8.1	REVESTIMIENTO DE PORCELANATO	M2	1,00		\$ 7.282,81	\$ 13.814,41	\$ 13.814,41
	PORCELANATO	M2	1,05	\$ 785,12	\$ 824,38		
	ADHESIVO	KG	5,00	\$ 289,26	\$ 1.446,28		
	PASTINA	KG	0,15	\$ 3.280,99	\$ 492,15		
	GUARDA CANTO	gl	1,00	4520,00	\$ 4.520,00		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 6.531,60		
	OFICIAL	HS	1,10	\$ 4.056,00	\$ 4.461,60		
	AYUDANTE	HS	0,60	\$ 3.450,00	\$ 2.070,00		
8.2	REVESTIMIENTO ACRILICO TEXTURADO	M2	1,00		\$ 5.809,50	\$ 9.420,30	\$ 9.420,30
	REVESTIMIENTO ACRILICO	KG	3,00	\$ 1.800,00	\$ 5.400,00		
	FUADOR	KG	0,15	\$ 2.500,00	\$ 375,00		
	VARIOS / HERRAMIENTAS	GL	0,15	\$ 230,00	\$ 34,50		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 3.610,80		
	OFICIAL	HS	0,55	\$ 4.056,00	\$ 2.230,80		
	AYUDANTE	HS	0,40	\$ 3.450,00	\$ 1.380,00		
CIELORRASO							
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
9.1	Cielorraso tabillas de PVC, de 200 mm de ancho, color blanco	M2	1,00		\$ 33.445,00	\$ 37.603,60	\$ 37.603,60
	CIEL. DE PVC CON EST. Y ACC.	M2	1,05	\$ 31.852,38	\$ 33.445,00		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 4.158,60		
	OFICIAL	HS	0,60	\$ 4.056,00	\$ 2.433,60		
	AYUDANTE	HS	0,50	\$ 3.450,00	\$ 1.725,00		
9.1	CIELORRASO DE JUNTA TOMADA	M2	1,00		\$ 20.955,00	\$ 25.458,60	\$ 25.458,60
	CIEL. JUNTA TOMADA	M2	1,05	\$ 19.957,14	\$ 20.955,00		
	MANO DE OBRA		1	DIAS	\$ 4.503,60		
	OFICIAL	HS	0,60	\$ 4.056,00	\$ 2.433,60		
	AYUDANTE	HS	0,60	\$ 3.450,00	\$ 2.070,00		

PINTURAS								
09	RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
9.1	LATEX INTERIOR		M2	1,00		\$ 3.600,16	\$ 5.912,56	\$ 5.912,56
		Fijador-Sellador	LTS	0,15	\$ 11.000,00	\$ 1.650,00		
		Látex interior	LTS	0,30	\$ 3.200,18	\$ 960,05		
		ENDUIDO	LTS	0,03	\$ 4.140,00	\$ 103,50		
		PINCEL N° 15	U	0,01	\$ 3.450,00	\$ 44,85		
		PINCEL N° 30	U	0,01	\$ 6.435,00	\$ 83,66		
		RODILLO N° 22 -LANA	U	0,01	\$ 15.100,00	\$ 196,30		
		LJA FINA	U	0,06	\$ 950,00	\$ 57,00		
		LJA MEDIANA	U	0,12	\$ 970,00	\$ 116,40		
		LJA GRUESA	U	0,06	1140	\$ 68,40		
		ENTONADOR 120 cm2	U	0,08	4000	\$ 320,00		
		MANO DE OBRA		1	DIAS		\$ 2.312,40	
		OFICIAL	HS	0,40	\$ 4.056,00	\$ 1.622,40		
		AYUDANTE	HS	0,20	\$ 3.450,00	\$ 690,00		
9.1	LATEX EXTERIOR		M2	1,00		\$ 4.119,53	\$ 6.807,23	\$ 6.807,23
		Fijador-Sellador	LTS	0,15	\$ 14.462,48	\$ 2.169,37		
		Látex exterior	LTS	0,30	\$ 3.200,18	\$ 960,05		
		ENDUIDO	LTS	0,03	\$ 4.140,00	\$ 103,50		
		PINCEL N° 15	U	0,01	\$ 3.450,00	\$ 44,85		
		PINCEL N° 30	U	0,01	\$ 6.435,00	\$ 83,66		
		RODILLO N° 22 -LANA	U	0,01	\$ 15.100,00	\$ 196,30		
		LJA FINA	U	0,06	\$ 950,00	\$ 57,00		
		LJA MEDIANA	U	0,12	\$ 970,00	\$ 116,40		
		LJA GRUESA	U	0,06	1140	\$ 68,40		
		ENTONADOR 120 cm2	U	0,08	4000	\$ 320,00		
		MANO DE OBRA		1	DIAS		\$ 2.687,70	
		OFICIAL	HS	0,45	\$ 4.056,00	\$ 1.825,20		
		AYUDANTE	HS	0,25	\$ 3.450,00	\$ 862,50		
9.2	PINTURA SILICONADA P/ LADRILLOS A LA VISTA		M2	1,00		\$ 6.812,89	\$ 9.500,59	\$ 9.500,59
		SILICONA P/ LADRILLOS	LTS	0,25	\$ 19.244,21	\$ 4.811,05		
		ACIDO MURIATICO	LTS	0,22	\$ 3.938,01	\$ 866,36		
		VARIOS (pincel - rodillo - cinta)	GL	1,00	\$ 1.135,48	\$ 1.135,48		
		MANO DE OBRA		1	DIAS		\$ 2.687,70	
		OFICIAL	HS	0,45	\$ 4.056,00	\$ 1.825,20		
		AYUDANTE	HS	0,25	\$ 3.450,00	\$ 862,50		
9.3	PINTURA ASFALTICA		M2	1,00		\$ 2.033,00	\$ 3.858,20	\$ 3.858,20
		PINTURA ASFALTICA	KG	0,33	\$ 5.100,00	\$ 1.683,00		
		VARIOS (pincel - rodillo - cinta)	GL	1,00	\$ 350,00	\$ 350,00		
		MANO DE OBRA		1	DIAS		\$ 1.825,20	
		OFICIAL	HS	0,20	\$ 4.056,00	\$ 811,20		
		AYUDANTE	HS	0,25	\$ 4.056,00	\$ 1.014,00		
AISLACIONES TERMICAS								
10	RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTO/COSTO	Costo/U
10.1	POLIESTIRENO EXPANDIDO		M2	1,00		\$ 7.411,00	\$ 7.889,80	\$ 7.889,80
		EPS 2,5 CM DE ESP.	M2	1,00	\$ 7.411,00	\$ 7.411,00		
		MANO DE OBRA		1	DIAS		\$ 478,80	
		OFICIAL	HS	0,05	\$ 4.056,00	\$ 202,80		
		AYUDANTE	HS	0,08	\$ 3.450,00	\$ 276,00		
10.2	POLIESTIRENO EXPANDIDO		M2	1,00		\$ 7.411,00	\$ 7.889,80	\$ 7.889,80
		EPS 2,5 CM DE ESP.	M2	1,00	\$ 7.411,00	\$ 7.411,00		
		MANO DE OBRA		1	DIAS		\$ 478,80	
		OFICIAL	HS	0,05	\$ 4.056,00	\$ 202,80		
		AYUDANTE	HS	0,08	\$ 3.450,00	\$ 276,00		
10.3	AISLAMIENTO CUBIERTA		M2	1,00		\$ 9.020,55	\$ 9.943,65	\$ 9.943,65
		FILM DE POLIESTILENO	M2	1,00	\$ 339,99	\$ 339,99		
		LANA DE VIDRIO CON PAPEL KRAFT	M2	1,00	\$ 8.680,56	\$ 8.680,56		
		MANO DE OBRA		1	DIAS		\$ 923,10	
		OFICIAL	HS	0,10	\$ 4.056,00	\$ 405,60		
		AYUDANTE	HS	0,15	\$ 3.450,00	\$ 517,50		

**PLANILLA N° 3: COMPUTOS Y PRESUPUESTOS VIVIENDA MEJORADA**

	RUBRO/ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PRECIO ITEM	PRECIO RUBRO	%incremento
<b>1</b>	<b>CERRAMIENTO DE MURO</b>					\$ 8.912.928,80	8,89%
1.1	PINTURA ASFALTICA	M2	367,57	\$ 3.858,20	\$ 1.418.158,57		
1.2	POLIESTIRENO EXPANDIDO	M2	367,57	\$ 7.889,80	\$ 2.900.053,79		
1.3	TABIQUE DE LADRILLO CERAMICO HUECO 8 CM.	M2	367,57	\$ 12.500,25	\$ 4.594.716,44		
<b>2</b>	<b>CERRAMIENTO DE CUBIERTA</b>					\$ 840.436,92	0,84%
2.1	AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRO	M2	84,52	\$ 9.943,65	\$ 840.436,92		
<b>3</b>	<b>DIFERENCIA CON LA CARPINTERIA TRADICIONAL</b>					\$ 3.384.754,30	3,37%
10.1	P1 PAÑO FIJO MODENA C50 296 x 2100	U	1	\$ 293.844,90	\$ 293.844,90		
10.4	P4 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 850 x 2050	U	1	\$ 127.843,80	\$ 127.843,80		
10.8	PV1 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 1400 x 2050	U	1	\$ 210.953,40	\$ 210.953,40		
10.9	PV2 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 1200 x 2050	U	2	\$ 264.581,10	\$ 529.162,20		
10.10	PV3 PUERTA REBATIBLE CLASICA 36/45. 900 x 2050	U	1	\$ 224.871,00	\$ 224.871,00		
10.11	PF1 PAÑO FIJO CLASICA 45. 800 x 2050	U	1	\$ 83.658,90	\$ 83.658,90		
10.12	V1 VENTANA REBATIBLE MODENA 45. 1200 x 1500	U	5	\$ 166.317,60	\$ 831.588,00		
10.13	V2 PAÑO FIJO CLASICA 45. 300 x 3000	U	2	\$ 292.580,60	\$ 585.161,20		
10.14	V3 VENTILUZ CLASICA 25/45. 600 x 600	U	2	\$ 30.410,40	\$ 60.820,80		
10.15	V4 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 2500 x 650	U	1	\$ 66.967,80	\$ 66.967,80		
10.16	V5 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 1700 x 650	U	1	\$ 50.845,80	\$ 50.845,80		
10.17	V6 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 2000 x 600	U	1	\$ 54.846,90	\$ 54.846,90		
10.18	V7 VENTANA CORREDIZA CLASICA 90. 2000 x 1000	U	1	\$ 70.681,80	\$ 70.681,80		
10.19	V8 VENTANA REBATIBLE MODENA 45. 600 x 1500	U	2	\$ 96.753,90	\$ 193.507,80		
<b>4</b>	<b>INSTALACIONES</b>					\$ 9.473.478,00	9,45%
2.1	TERMOTANQUE SOLAR	GL	1	\$ 2.225.878,00	\$ 2.225.878,00		
2.2	PANEL SOLAR CONECTADO A RED	GL	1	\$ 7.247.600	\$ 7.247.600,00		

**COSTO - COSTO**

**\$ 22.611.598,02**

**22,54%**

## PLANILLA N° 4: ANÁLISIS DE PRECIO DE TERMOTANQUE SOLAR Y PANELES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PRECIO
Termotanque	UN	1	\$ 1.392.580
Válvula mezcladora termostática	UN	1	\$ 113.920
Kit eléctrico de calentamiento	GL	1	\$ 69.500
Controlador digital para temperatura	UN	1	\$ 75.950
Mano de obra	UN	1	\$ 187.620

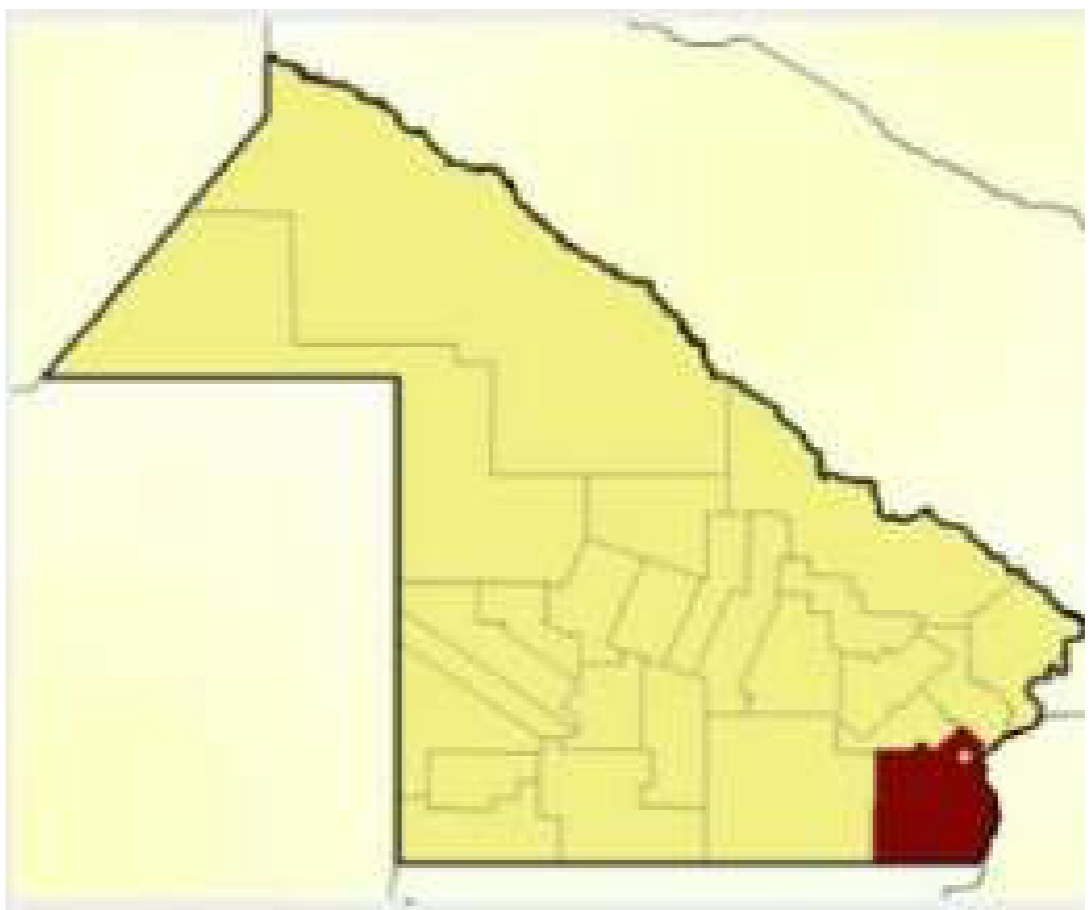
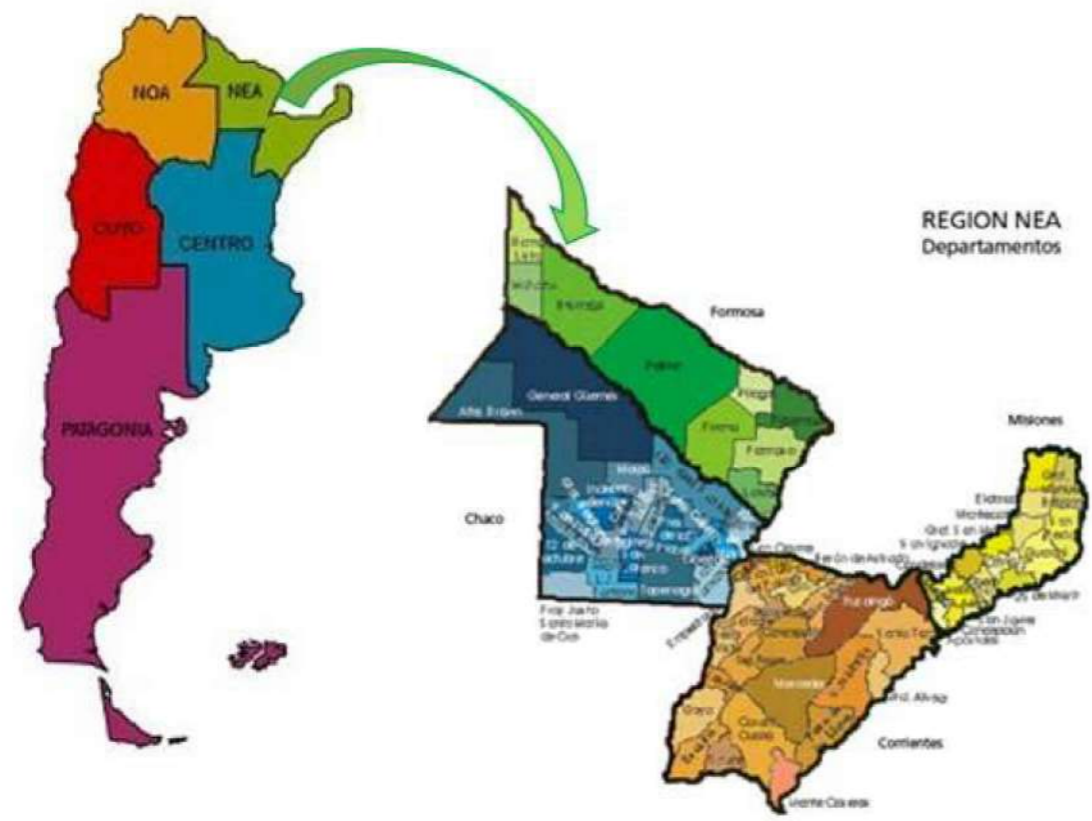
<b>Subtotal</b>	<b>\$ 1.839.570</b>
<b>IVA 21%</b>	<b>\$ 386.309</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.225.879</b>

Precio suministrado por enertik.com (<https://enertik.com/ar/>)

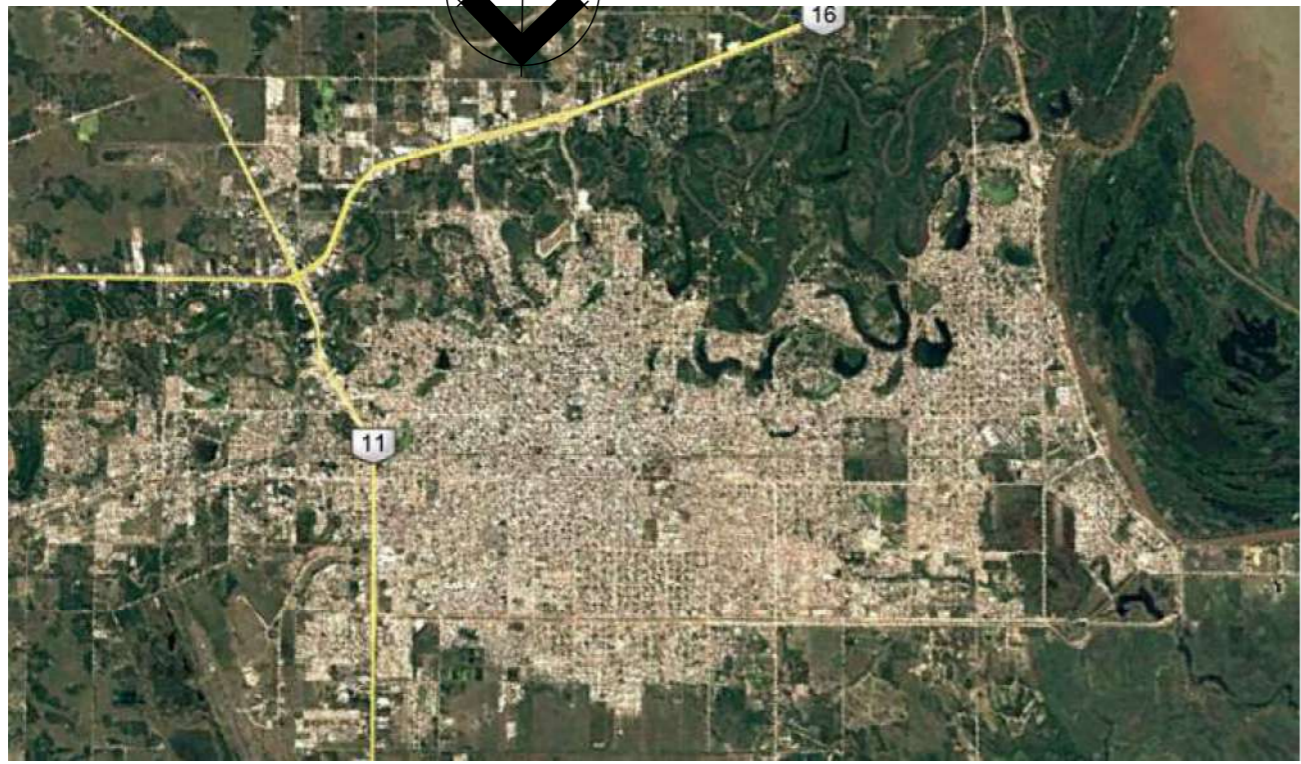
<b>1-SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO (SFA).</b>			
1-Panel solar Jinko Solar N – Type Topcon – Tiger Neo 580W.....	\$2.547.600		
2-Regulador Solar Victron Smart Solar MPPT 250/85 Tr.Ve. Can.....	\$ 1.500.000		
3-Inversor Cargador de baterías Paralelizable Growatt -5000W 48 Vcc...	\$1.600.000		
4-Baterias de ciclo profundo AGM – TAYTO 12Vcc 200Ah...(720000 x 5 unidades)...	\$ 3.600.000		
5- Instalación y accesorios / cables.....	\$ 1.100.000		
<b>6- TOTAL...</b>	<b>\$10.347.600</b>		
<b>AMORTIZACION</b>			
Costo del equipo	\$10.347.600		
Ahorro anual	\$2.336.383		
Amortización:	<b>4,42 años</b>		

<b>2-SISTEMA FOTOVOLTAICO HIBRIDO</b>			
1-Panel solar Jinko Solar N – Type Topcon – Tiger Neo 580W.....	\$ 2.547.600		
2-Inversor Victron RS Smart Solar 48/6000 230Vcc.....	\$3.600.000		
3- Instalación y accesorios / cables.....	\$ 1.100.000		
4-Bateria de litio Pylontech 51.2V 5120Wh (UF5000) ...	\$3.876.700		
<b>6-TOTAL...</b>	<b>\$11.124.300</b>		
De la energía anual generada (11481 KWh), se inyecta el 15% (1633 KWh).			
Ahorro anual	\$1.401.620		
Ahorro por inyección	\$332.316		
<b>TOTAL...</b>	<b>\$1.733.936</b>		
<b>AMORTIZACION</b>			
Costo del equipo	\$11.124.300		
Ahorro anual	\$1.733.936		
Amortización:	<b>6.41 años</b>		

<b>3-SISITEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED (SFCR)</b>			
1-Panel solar Jinko Solar N – Type Topcon – Tiger Neo 580W.....	\$ 2.547.600		
2-Inversor Victron RS Smart Solar 48/6000 230Vcc.....	\$3.600.000		
3- Instalación y accesorios / cables.....	\$ 1.100.000		
<b>4-TOTAL...</b>	<b>\$7.247.600</b>		
De la energía anual generada, voy a inyectar más, porque no tengo batería para acumular.			
<b>AMORTIZACION</b>			
Costo del equipo	\$7.247.600		
Ahorro anual	\$2.336.384		
Amortización:	<b>3,10 años</b>		



UBICACION

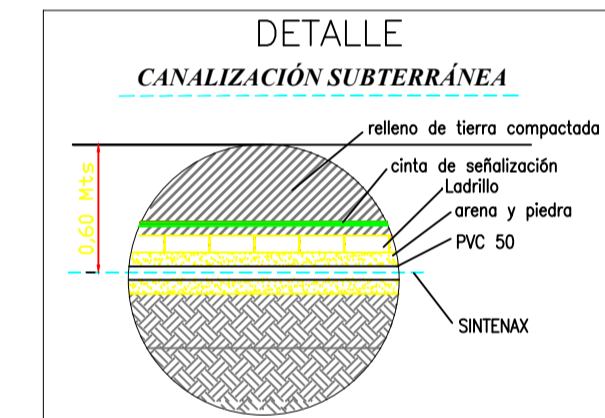
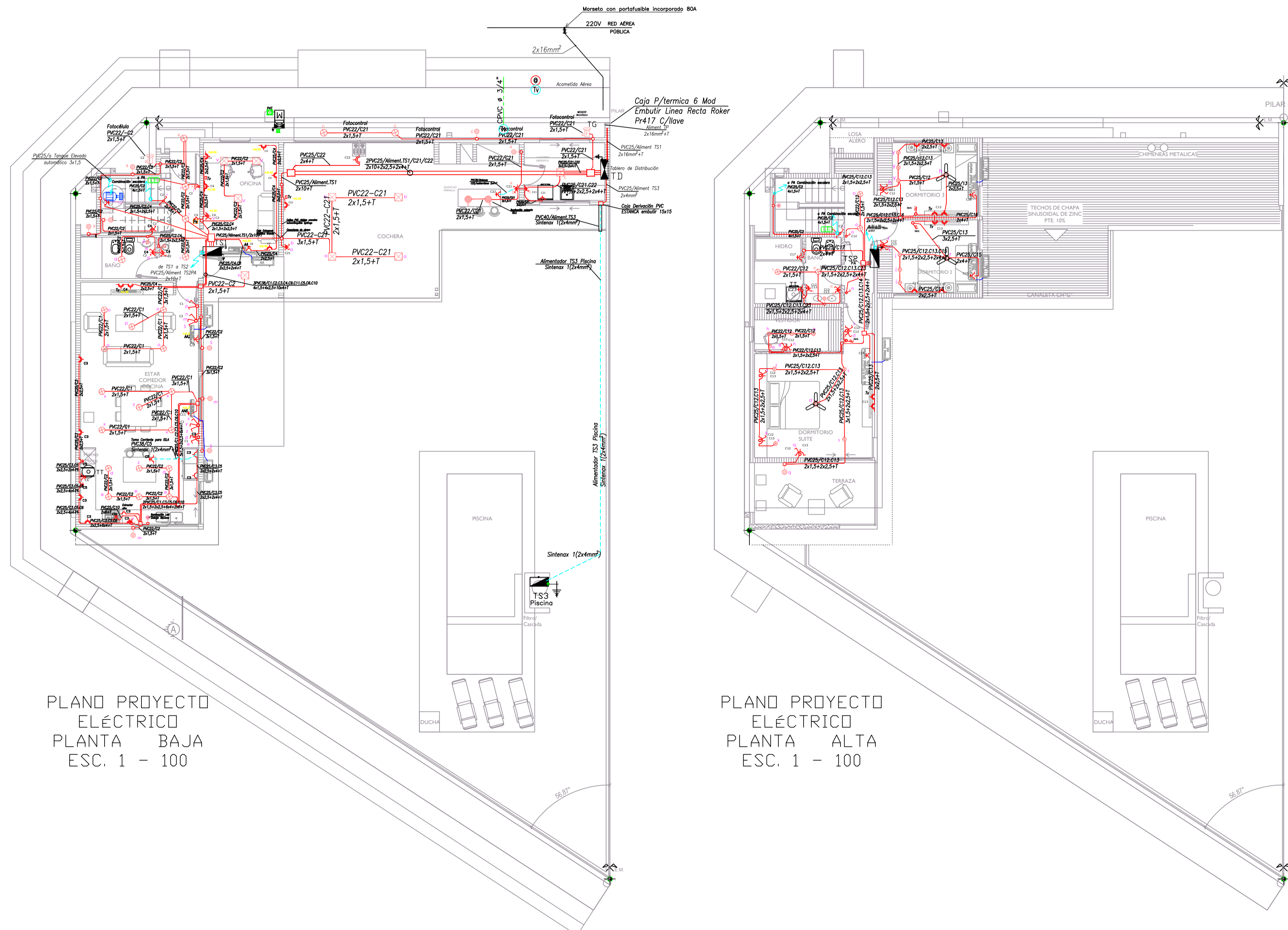


FACULTAD DE INGENIERÍA- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE	
TRABAJO FINAL: "COMPARACIÓN ENTRE VIVIENDAS TRADICIONALES Y EFICIENTES: IMPACTO ENERGÉTICO, ECONÓMICO "	
UBICACIÓN	AÑO: 2026
AUTORES: RIVAS, CRISTIAN A. TUR SPRINGER ALBERTO	ESCALAS: 1.100
	PLANO N° 1



SERVICIO CLASIFICADO : Residencial  
 TIPO DE ALIMENTACIÓN : Aérea Trifásica  
 TIPO DE INSTALACIÓN : Embutida  
 TENSIÓN SOLICITADA : 380 V  
 POTENCIA A SUMINISTRAR: 22,28 Kw

RESUMEN	N°	KW
CANTIDAD DE CIRCUITOS	23	31,83
BDCAS ILUMINACIÓN	75	3,65
TUG	42	10,48
TUE - 20A + Fuerza Motriz	17	17,70
TOTAL Pot. Instalada	---	31,83 Kw
C/Factor de Simult. 70%	---	22,28 Kw



REFERENCIAS	
SIMBOLO	DESIGNACION
	Boca Octogonal de pared
	Tomacorriente 2x10A+T
	2 Tomacorriente 2x10A+T toma 2 x 20 Amp + T
	Llave de 1 punto
	2 Llaves de 1 punto
	3 Llaves de 1 punto
	4 Llaves de 1 punto
	Llave de 1 punto y toma
	Llave de 2 punto y toma
	Caja cuadrada de pase
	Fotocontrol

REFERENCIAS ILUMINACIÓN	
	Luminaria Panel Led 30x30
	Luminaria Pared exterior led 12W
	Luminaria Colgante Techo 7W
	Luminaria Dicroica Led Techo 7W

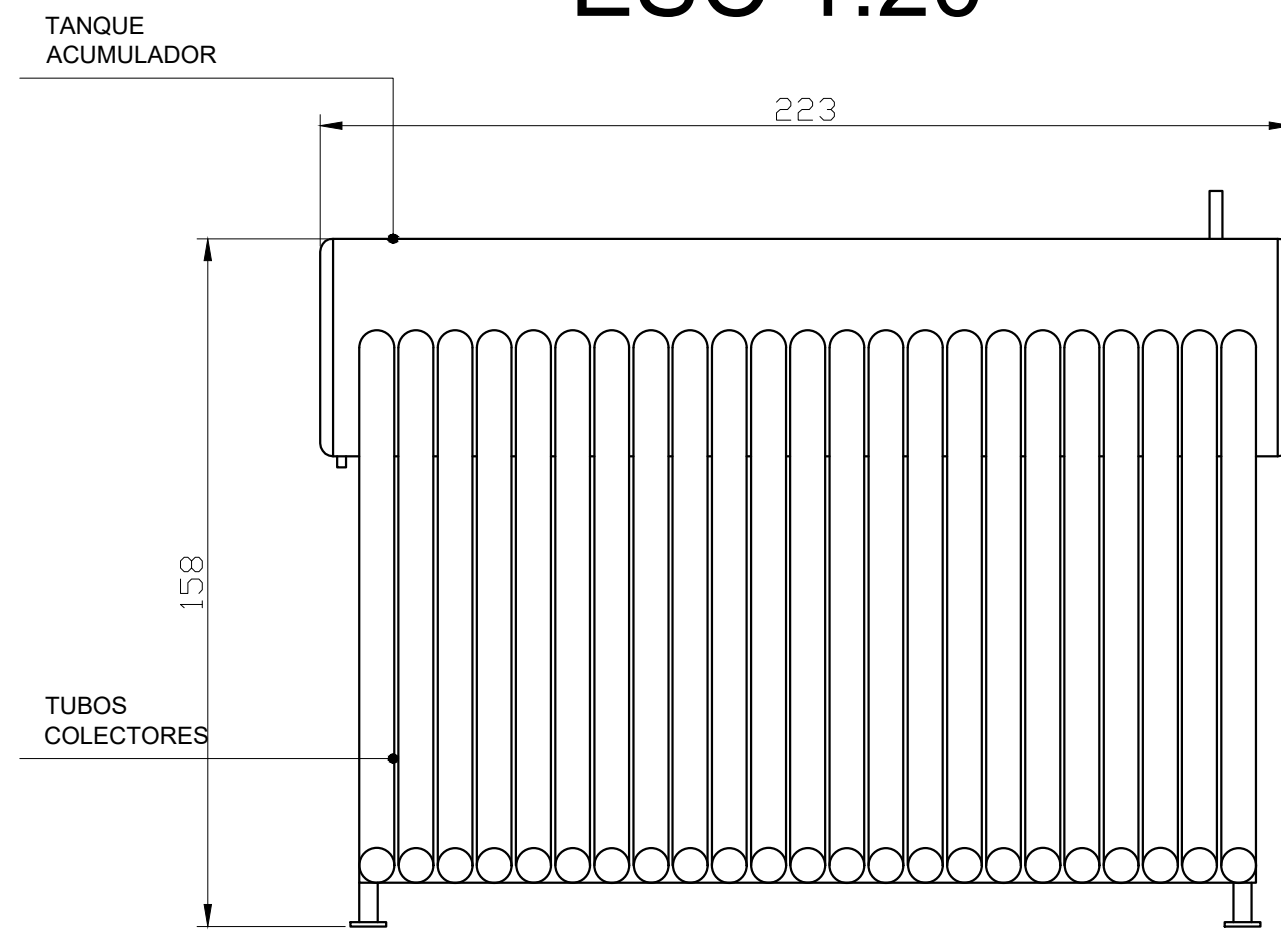
REFERENCIAS CONDUCTORES -	
	Canalera Rígida PVC autoextinguible ignífugo
	Embutido
	SINTENAX
	Conexión Unidad Interior/Unidad Exterior

PROYECTO ELÉCTRICO - CORRIENTES FUERTES

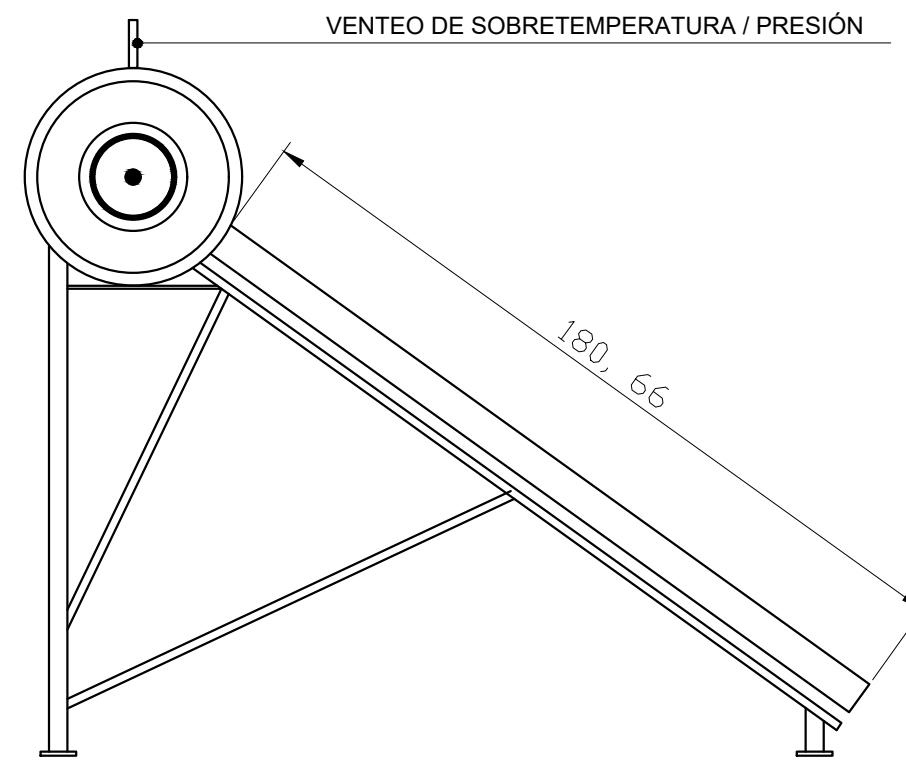
FACULTAD DE INGENIERÍA- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE	
TRABAJO FINAL: "COMPARACIÓN ENTRE VIVIENDAS TRADICIONALES Y EFICIENTES: IMPACTO ENERGÉTICO, ECONÓMICO"	
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	AÑO: 2026
AUTORES: RIVAS, CRISTIAN A. TUR SPRINGER ALBERTO	ESCALAS: 1.100
	PLANO N° 3



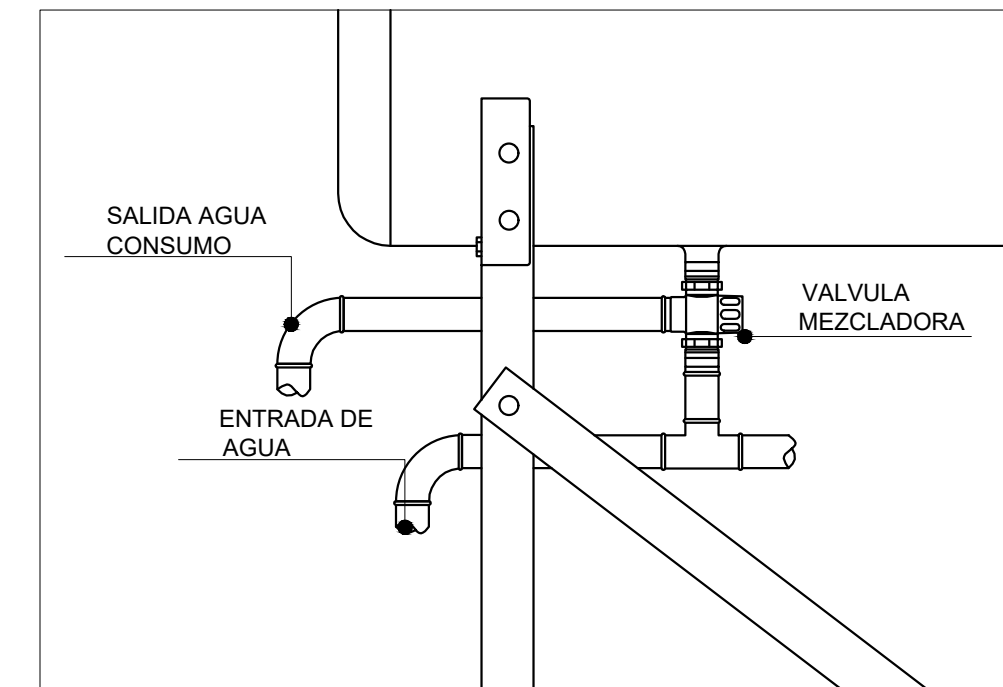
## VISTA ANTERIOR ESC 1:20



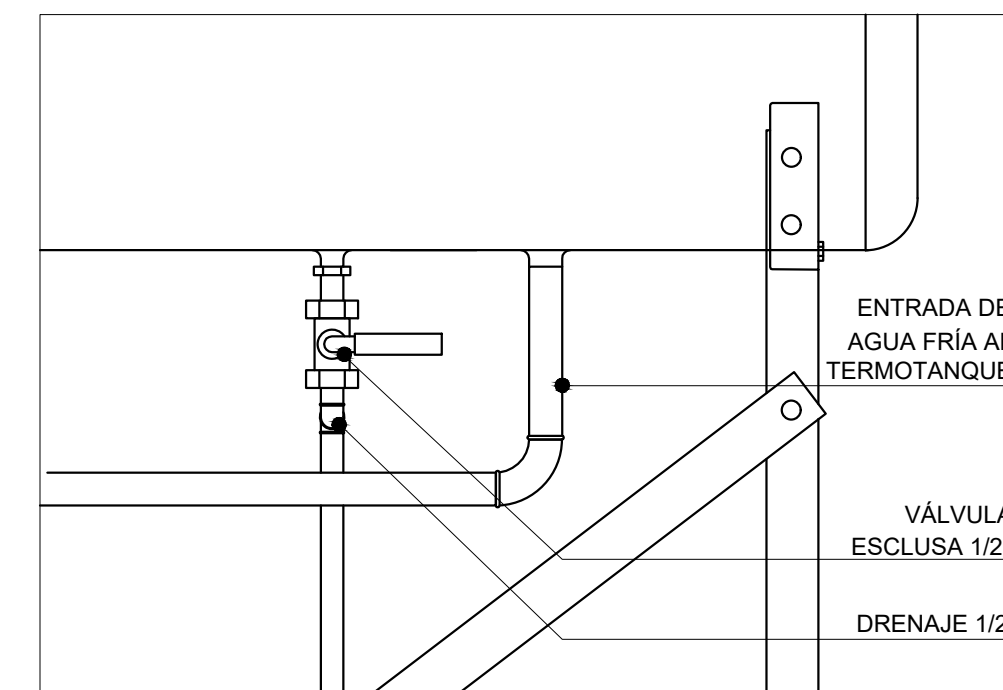
## VISTA LATERAL ESC 1:20



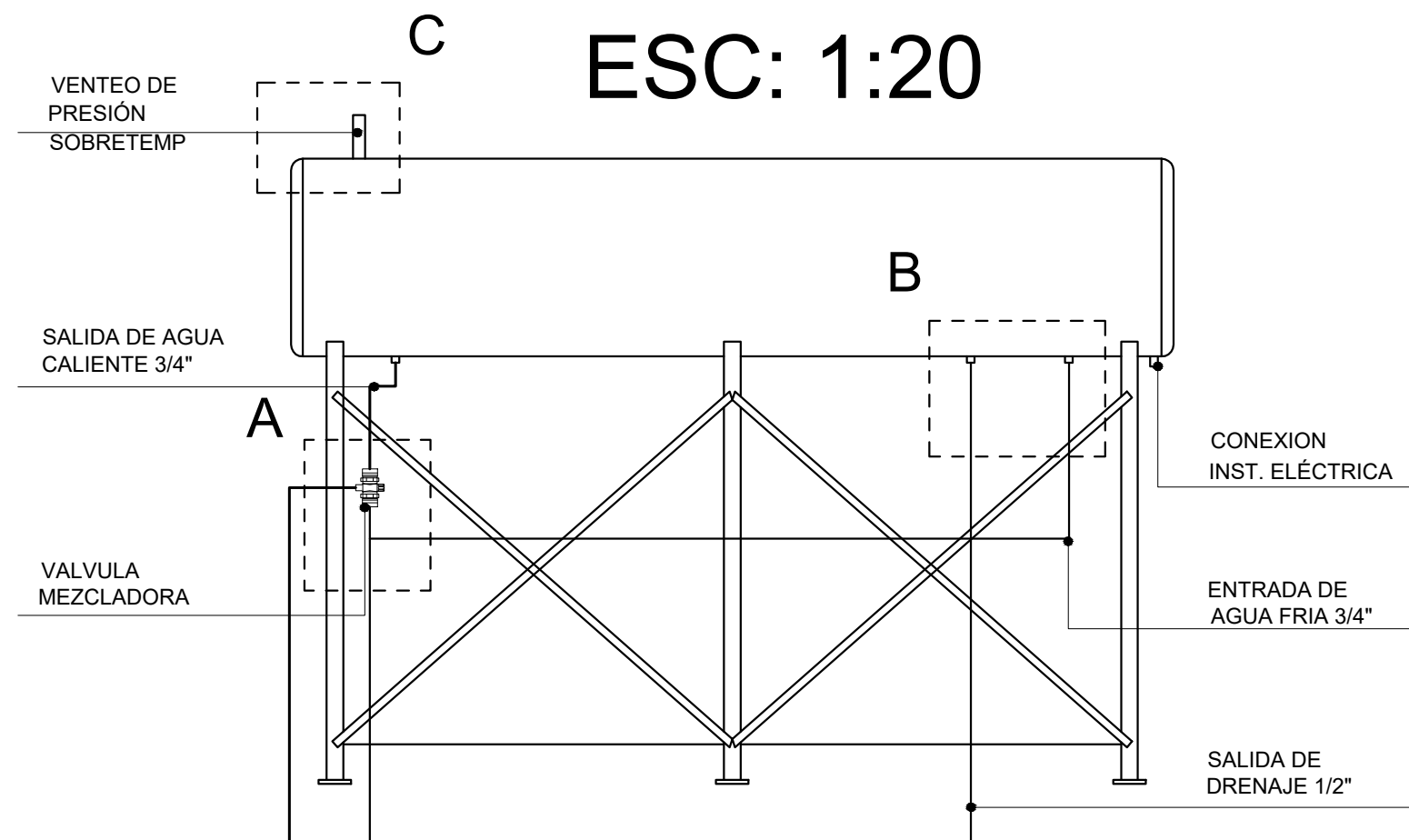
## DETALLE A ESC: 1:5



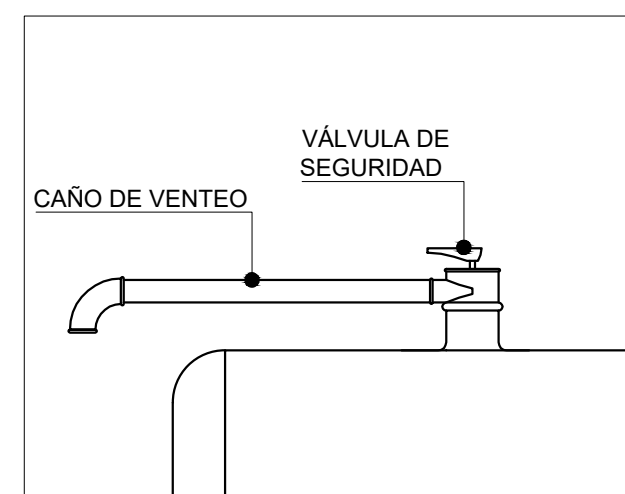
## DETALLE B ESC: 1:5



## ESQUEMA DE CONEXION ESC: 1:20



## DETALLE C ESC: 1:5



FACULTAD DE INGENIERÍA- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

TRABAJO FINAL: "**COMPARACIÓN ENTRE VIVIENDAS TRADICIONALES Y EFICIENTES: IMPACTO ENERGÉTICO, ECONÓMICO**"

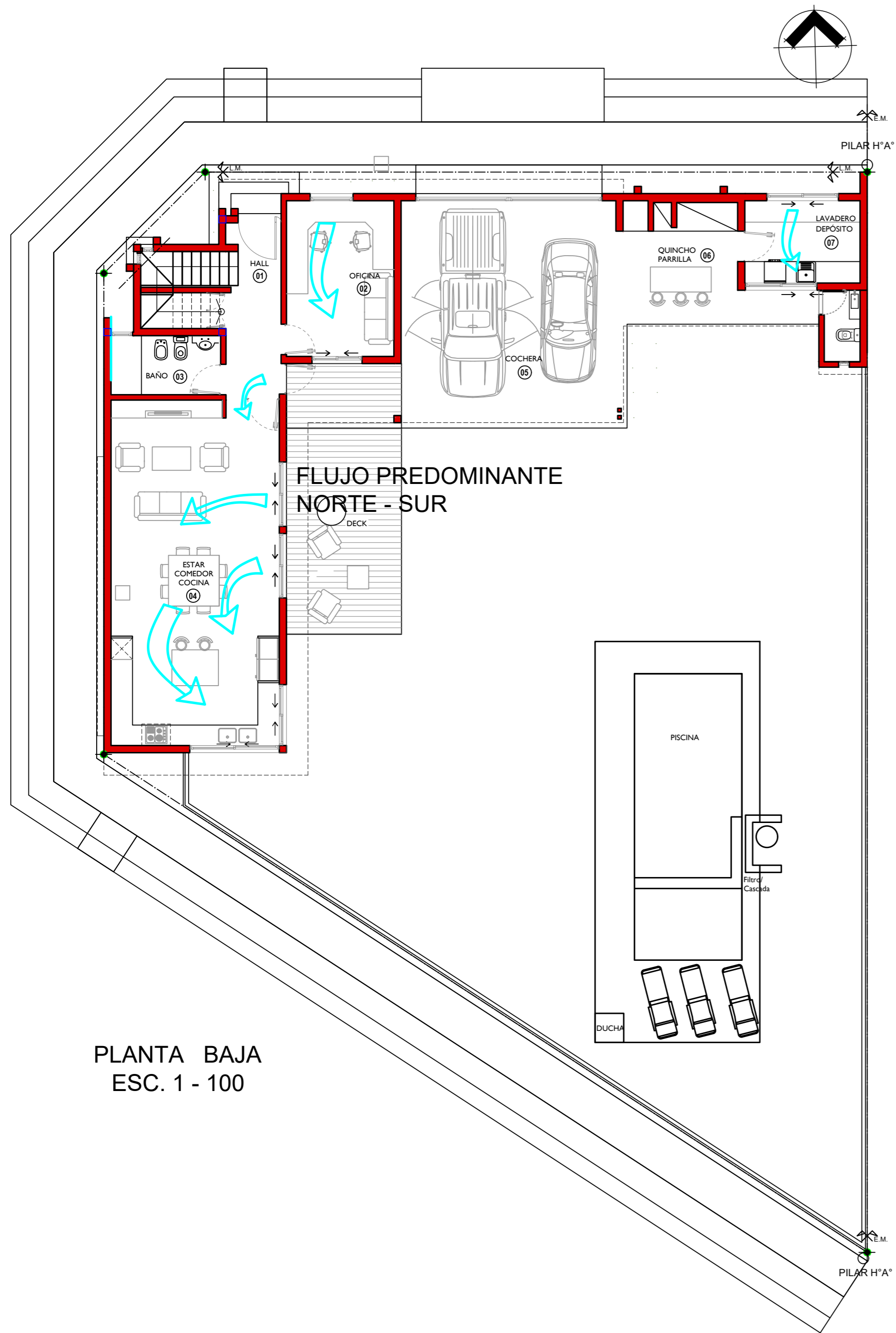
Detalle constructivo de conexión termotanque solar

AÑO: 2026

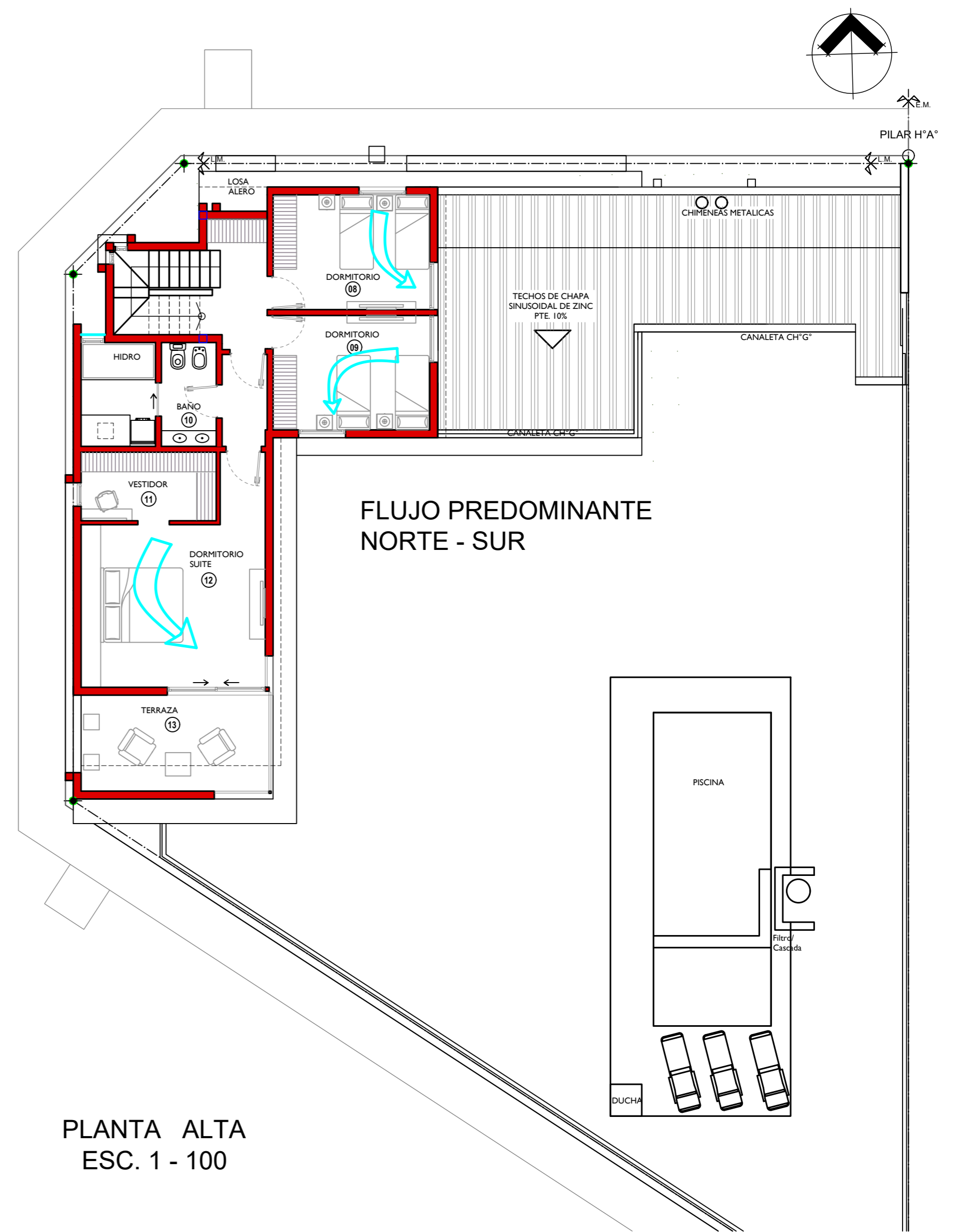
ESCALAS: 1.10 y 1.5

AUTORES:  
RIVAS, CRISTIAN A.  
TUR SPRINGER ALBERTO

PLANO N° 5



PLANTA BAJA  
ESC. 1 - 100



PLANTA ALTA  
ESC. 1 - 100

FACULTAD DE INGENIERÍA- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

TRABAJO FINAL: "COMPARACIÓN ENTRE VIVIENDAS TRADICIONALES Y EFICIENTES: IMPACTO ENERGÉTICO, ECONÓMICO "

VENTILACIÓN NATURAL

AÑO: 2026

AUTORES:  
RIVAS, CRISTIAN A.  
TUR SPRINGER ALBERTO

ESCALAS: 1.100

PLANO N° 6