



**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO- UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

---

**TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACIÓN EN  
ARQUITECTURA Y HÁBITAT SUSTENTABLE**

**“PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICO  
EN LA CIUDAD DE LA PLATA, BUENOS AIRES”  
PAUTAS DE DISEÑO, EFICIENCIA Y EVALUACIÓN ENERGÉTICA**

**Arq. María Laura Garganta**

**Directora: Graciela M. Viegas**

**La Plata, Octubre de 2015**

*Agradecimiento:*

*Me gustaría agradecer a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo.*

*En especial a la Dra. Graciela M. Viegas, directora de este Trabajo Integrador Final por el aporte desde su experiencia y motivación recibida.*

*Un agradecimiento para todos mis compañeros de trabajo y amigos por el apoyo para llevar a cabo este trabajo. A Gustavo San Juan y Carlos Discoli por sus consejos y orientación en el campo de la investigación.*

*A los profesores Sbarra, Morano y Cueto Rúa, por su comprensión y sostén.*

*También me gustaría agradecer a los directores de la Especialización, Jorge Czajkowski y Analía Gómez, a todos los profesores y a los compañeros "sustentables" por ser parte de este nuevo camino.*

*A la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata y al CONICET por el marco brindado para desarrollar este trabajo.*

*Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y ánimo recibidos por mi familia y amigos, en especial a Cristian por su apoyo constante y su paciencia.*

## ÍNDICE

- 1. Metodología**
- 2. Introducción**
- 3. Diagnóstico Bioclimático**
  - a. Características climáticas de la ciudad de La Plata
- 4. Pautas de Proyecto. Asoleamiento y estrategias pasivas**
- 5. Diseño de la Envolvente**
  - a. Cálculo de la transmitancia térmica (K) de la envolvente
  - b. Cálculo de la condensación superficial e intersticial de la envolvente
  - c. Cálculo del coeficiente volumétrico de pérdidas de calor de la vivienda(Gcal)
  - d. Cálculo Carga Térmica de calefacción (Q)
  - e. Certificación Energética. Etiquetado energético
- 6. Simulación y análisis energético. EnergyPlus**
  - a. Situación del Proyecto con DAC (ETAPA1)
  - b. Situación sin DAC(ETAPA2)
  - c. Comparación. Ahorro energético y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>
- 7. Cálculo del aporte del Muro captador de calor**
- 8. Energías Renovables**
  - a. Diseño del Sistema Solar térmica para calefacción y ACS
  - b. Diseño del sistema Fotovoltaica para generación de electricidad
- 9. Diseño del sistemas de Recolección de Agua de Lluvia**
- 10. Sistema de techo verde**
- 11. Análisis del Ciclo de vida**
  - a. Carpinterías de Aluminio. Vidrio Simple/ DVH/ Triple vidrio
  - b. Carpinterías de PVC. Vidrio Simple/ DVH/ Triple vidrio
  - c. Comparación entre Carpinterías de Aluminio y PVC.
- 12. Conclusiones**
- 13. Bibliografía**
- 14. Anexo. Paneles**

## 1. METODOLOGÍA

Con el objeto de llegar a la resolución de un proyecto de una vivienda unifamiliar bioclimática se parte:

### **Momento 1: Análisis de antecedentes.**

Estudiar y analizar proyectos paradigmáticos orientados bajo los mismos principios.

### **Momento 2: Proyecto y pautas bioclimáticas**

Realizar el diagnóstico bioclimático de la región de la ciudad de La Plata y del sitio donde estará implantada la vivienda.

Establecer las pautas de diseño que guiaran al proyecto de arquitectura.

### **Momento 3. Medidas de eficiencia energética, sistemas pasivos y evaluación energética**

Determinar pautas tecnológicas en el marco del diseño bioclimático a partir de simulaciones dinámicas y estacionarias.

Verificar y dimensionar la envolvente: condensación superficial e intersticial, consumo de energía, emisiones a la atmósfera, calidad ambiental interior (higro-térmica) y ciclo de vida.

### **Momento 4. Diseño y cálculo de los sistemas activos y pasivos**

Calcular y dimensionar cada sistema.

Articular con el proyecto arquitectónico

Hay que tener en cuenta que el proceso de diseño que implica el desarrollo de estos momentos no es lineal, se van superponiendo y cambiando de orden.

## 2. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

**“La arquitectura es la respuesta a los temas planteados, donde el tema principal es encontrar el problema”** Arq. Rafael Moneo.

No hay duda que la civilización y la población mundial debe desarrollarse, gran parte de la población no consigue el bienestar humano, algunos datos confirman este postulado, de los 6000 millones de personas que habitan la tierra:

**2000 millones no tienen acceso a la electricidad.**

**1200 millones no tienen acceso al agua potable.**

**1500 millones usamos las  $\frac{3}{4}$  partes de toda la energía consumida en el mundo (25% de la población consume el 75% de la energía)<sup>1</sup>**

Al menos el 60% del cambio climático puede atribuirse a las emisiones de CO<sub>2</sub> consecuencia de actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles, que contribuye con emisiones anuales de 6 billones de toneladas de carbono (IPCC (2000)).

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático tuvo por objetivo reducir las emisiones de los gases que causan el calentamiento global en un porcentaje aproximado de al menos 5%, dentro del periodo comprendido entre 2008-2012, en comparación a las emisiones al año 1990.

Hay dos maneras de reducir el CO<sub>2</sub> de la atmósfera: reducir las emisiones o eliminar y almacenar el CO<sub>2</sub>, reduciendo “las fuentes de carbono” y aumentando “los sumideros de carbono”.

Debido a este contexto, en los últimos tiempos ha habido una creciente conciencia respecto a la importancia de proteger el medio ambiente y los posibles impactos derivados de los productos.

El rol que desempeñan los edificios y las ciudades es fundamental para lograr un desarrollo sostenible.

El 60 % de todos los recursos mundiales se destinan a la construcción, el 50% de la energía generada se utiliza para calentar, iluminar y ventilar edificios, el 50% del agua utilizada en el mundo se destina a abastecer las instalaciones y otros usos en los edificios.

### LA ENERGÍA

Las consecuencias del cambio climático, generadas mayoritariamente por las agresiones del hombre al medio ambiente, se traducen en diferentes manifestaciones, tales como agotamiento de los recursos naturales, crisis energética, contaminación, entre otras.

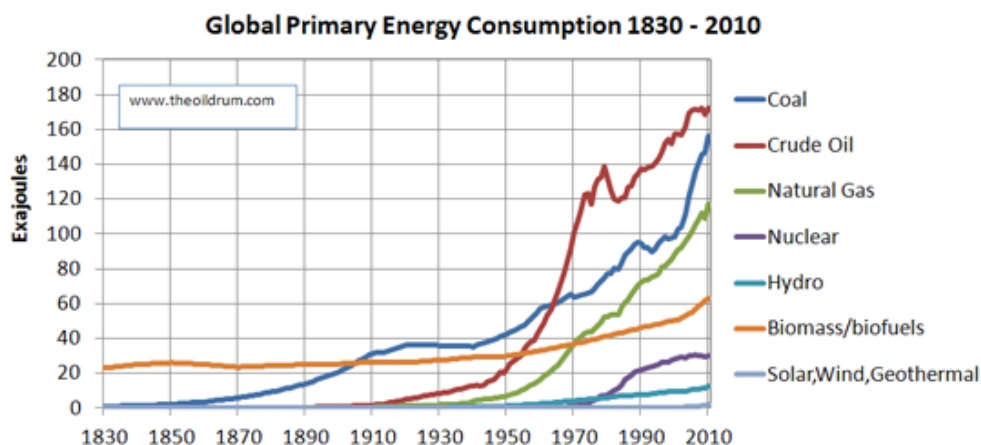
---

<sup>1</sup> Datos extraídos de “Introducción a la Arquitectura Sustentable”. Maestría Hábitat y Arquitectura Sustentable”. Prof. Dr. Jorge Daniel Czajkowski.. 2013.

El uso de la energía, es una necesidad del hombre, al igual que la vivienda, refugio y la alimentación. Las primeras fuentes empleadas fueron la madera, la biomasa y el viento, como también la utilización de la fuerza de los animales. Posteriormente se empleó el carbón mineral, cuyo uso se generalizó y se hizo intensivo por su amplia oferta sobre el planeta y su facilidad para la obtención. A partir de 1850, el petróleo hace su aparición en la matriz energética, reemplazando rápidamente a los demás combustibles. Años más tarde, se produce un proceso similar con el gas natural.

En la actualidad las actividades del hombre no son estimuladas por la necesidad de conseguir alimentos, sino principalmente dinero para adquirir nuevos productos, bienes o servicios. Estos productos son generalmente obsoletos en un par de años (sea un mueble, una computadora, o un automóvil) debido al desarrollo inagotable de artefactos superadores o simplemente modas que convertirán en chatarra antes de que finalicen su ciclo de vida.

Estos procesos son cada vez más vertiginosos, y todo es más efímero. El consumo ha desencadenado una carrera de creación de necesidades de artefactos cada vez más brillantes, grandes, microscópicos, o ultradelgados que tienen casi siempre como factor común la demanda cada vez mayor de energía para su funcionamiento.



Fuente: US Energy Information Administration (EIA) Independent Statistics & Analysis.

<http://www.eia.gov/>

Ante la población mundial actual, creciente en cantidad y en calidad de consumo, la producción de más elementos y la necesidad de satisfacer necesidades inexistentes hace algunos años, el petróleo se ha vuelto escaso y por lo tanto costoso. El cambio climático producido por la utilización de productos cada vez más dañinos a la capa de ozono y por el uso en industrias de energías sucias provoca desastres naturales inesperados en diferentes regiones del globo, son varios los indicios que a modo de llamado

de atención a la sociedad parecen alertar que no estamos siguiendo el camino correcto. Es necesario dar un giro en nuestros hábitos y costumbres, y tomar conciencia de las señales que estamos recibiendo.

Es preciso orientar nuestros esfuerzos como profesionales a utilizar fuentes de energía que no comprometan a las generaciones futuras ni a los recursos naturales que les corresponden, basándonos en técnicas existentes que son utilizadas en muchos países desde hace décadas y adaptándolas a nuestra realidad.

La República Argentina, por sus condiciones geográficas tiene franco potencial para tomar de la naturaleza energía en diferentes formas. La física y la ingeniería nos sirven de ayuda para recuperar esa energía para transportarla y utilizarla en viviendas y en todo tipo de edificios.

El hombre en su vida diaria requiere energía, cual fuere su proveniencia, para satisfacer sus necesidades (vitales o banales), que a grandes rasgos son las siguientes: Calefacción, Agua caliente sanitaria, Refrigeración, Ventilación, Iluminación, Energía eléctrica para artefactos, Climatización de piscinas.

Son éstas cuestiones que debemos analizar y comparar con la disponibilidad de diversos tipos de energía que provee la naturaleza.

En la situación actual, se reconoce un importante impulso en el desarrollo de tecnologías de empleo de fuentes renovables de energía, producto de la toma de conciencia de los problemas de contaminación del ambiente y las subas del precio del petróleo.

Esta sustitución comienza aplicarse para controlar el fenómeno de calentamiento global que afecta el planeta, se agrava por la acción antropogénica a partir de la emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero (GEI), generados básicamente por la quema de combustibles fósiles. La necesidad de controlar las emisiones atmosféricas de estos y otros gases y sustancias, debe basarse en la eficiencia en la producción, transmisión, distribución y consumo (eficiencia) de este tipo de energía, y en una utilización cada vez mayor de sistemas energéticos que contemplen fuentes de energías renovables basándose en tecnologías limpias y en la eficiencia de los procesos involucrados.

Se puede observar el comportamiento de este fenómeno en la Argentina y la necesidad de buscar soluciones a la problemática, particularmente centrándonos en el sector residencial.

La energía es hoy un bien escaso y los recursos no renovables como el gas y el petróleo constituyen aproximadamente el 90% de la matriz energética primaria del país. El horizonte de reservas es de muy corto plazo.

Pero para dimensionar la incidencia del sector de la construcción en el problema, cabe mencionar que la producción y el funcionamiento de los edificios insumen aproximadamente la tercera parte de todos los recursos energéticos primarios del país, valor similar al de la industria. Pero lo que resulta verdaderamente significativo, es que de acuerdo a datos de la Secretaría de Energía de la Nación, al referirse al uso de la energía secundaria, el 18% (58% del 31%) corresponde al acondicionamiento térmico de los edificios. (Azqueta, 2014)

La producción primaria en la Argentina mayoritariamente es de gas natural y petróleo, representa un 50,8% el primero, el 37,5% el segundo (Gráfico 1)

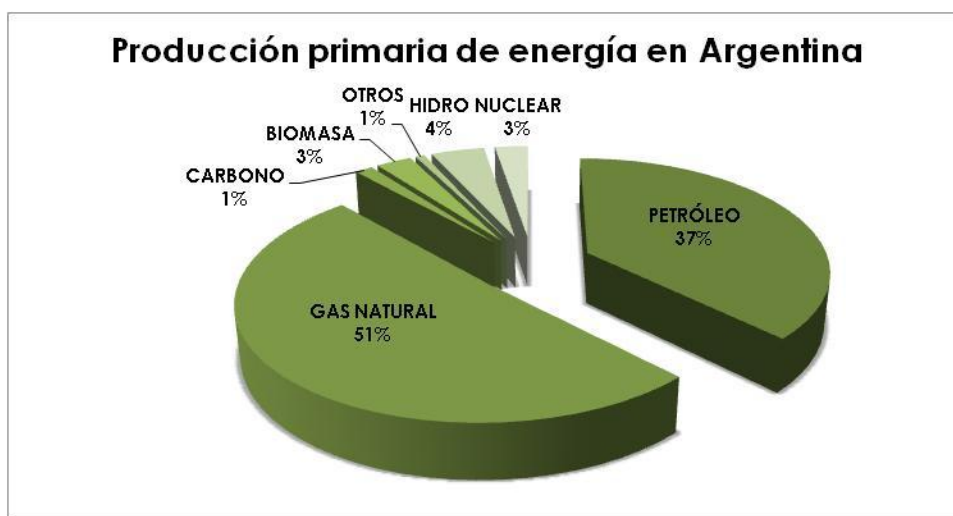


Gráfico1. Producción Primaria de energía en Argentina<sup>2</sup>

El consumo de energía en nuestro país en el año 2003 se reparte de la siguiente manera: el sector residencial representa el 35%, el sector comercial y público un 12,4% y el sector industrial un 52,6 %, con respecto al consumo neto total. (Gráfico 2)

El consumo de gas para calefacción en el sector residencial Argentino corresponde a un 29% del consumo total, el calentamiento de agua un 36 % y la cocción de alimentos es 35% (Gráfico 3).

<sup>2</sup>Fuente: Balance Energético Nacional - <http://energia3.mecon.gov.ar>



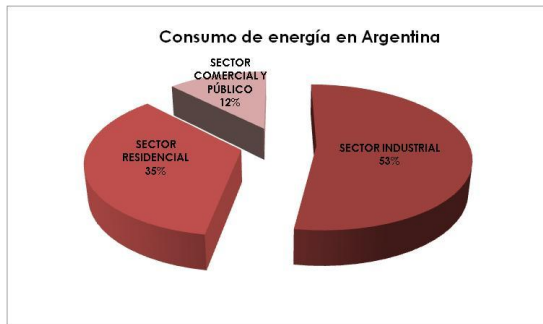


Gráfico 2. Consumo de energía en Argentina natural

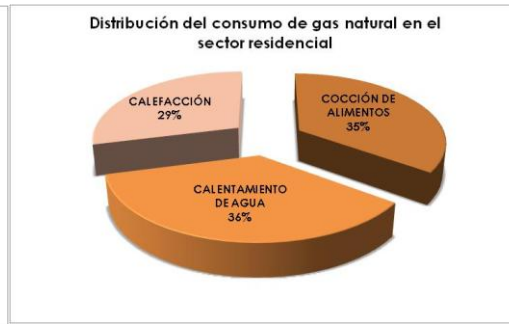


Gráfico 3. Distribución del consumo de gas en el sector residencial

En las siguientes imágenes se puede observar el consumo de gas natural para calefacción en la Argentina y como consecuencia el impacto que genera de emisiones de CO<sub>2</sub>.

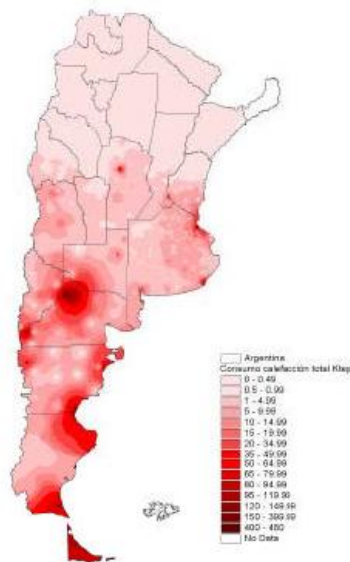


Imagen 1- Consumo de Gas Natural para Calefacción en Argentina. Distribución territorial por del consumo de gas por red para calefacción (KTEP) <sup>4</sup>

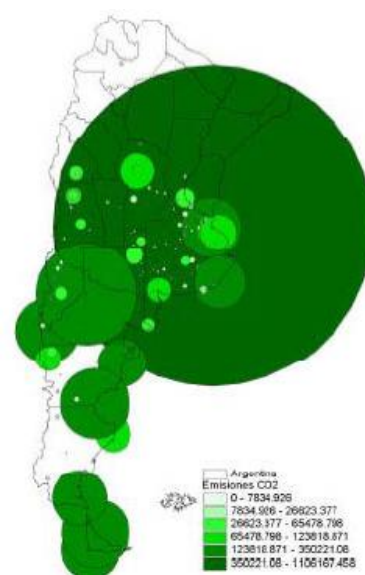


Imagen 2- Emisiones de CO<sub>2</sub> en Argentina. Distribución territorial de emisiones de CO<sub>2</sub> calefacción (KTEP) <sup>3</sup>

## LEYES/ DECRETOS/NORMAS

En resumen, el sector residencial en Argentina consume gran parte de la demanda energética total, por lo cual hay que buscar medidas para controlar su consumo y a su vez evitar la generación de emisiones de GEI.

<sup>3</sup> Datos extraídos- Instituto de Investigación y Ambiente Construido (IIPAC) – Facultad de Arquitectura y Urbanismo. FAU .

<sup>4</sup> Datos extraídos- Instituto de Investigación y Ambiente Construido (IIPAC) – Facultad de Arquitectura y Urbanismo. FAU .

Es por eso que se puede deducir que la Argentina cuenta con una serie de estudios y desarrollos en el campo del uso racional de la energía (URE) y uso eficiente de la energía (UEE). Sin embargo, los programas de eficiencia demoraron en implementarse debido a las crisis socio-económica de finales de los años `90 y comienzo del año 2000. En el invierno del año 2007, la Argentina pasó por su peor crisis energética. Como consecuencia, a finales de ese año se creó un importante marco legal, Decreto Presidencial 140, el cual lanzó el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONURE), con el cual el país emprende la segunda etapa del plan energético iniciado en mayo de 2004 mediante el lanzamiento del PUREE. Entre las premisas principales se pretende reducir la demanda energética a partir de aplicar cambios de horario estacionales, reducción del consumo eléctrico en la vía pública, desarrollo de estándares de eficiencia energética a la producción, importación y/o comercialización de equipos consumidores de energía, otorgamiento de créditos blandos del Banco Nación para la adquisición de equipos más eficientes, entre otras. De esta manera se comenzaron a cumplir los compromisos derivados de la firma de tratados internacionales como la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Ley 24.295/94) y el Protocolo de Kyoto (Ley 25.438/01).

Si acortamos nuestro universo de análisis, y nos centramos en la Provincia de Buenos Aires, hay que tener en cuenta la acción a partir del marco de la aplicación de la Ley 13.059 (2003) sobre Eficiencia Energética, "Condiciones de Acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de edificios", la cual establece las condiciones para una mejor calidad de vida y disminución del impacto ambiental en la construcción de edificios, promulgada por el Decreto 1.030 (2010). El confort en las viviendas y la reducción de las emisiones se obtendrían aplicando las normas IRAM N°: 11.549, 11.601, 11.603, 11.605 (en su nivel "B"), 11.604, 11.625, 11.630 y complementarias: 11.507-1, 11.507-4, 11.559 y 11.564.<sup>5</sup>

### ***¿Qué significa Arquitectura Solar-Bioclímática-Sustentable?***

Se requiere, abordar inicialmente la idea de **Arquitectura Solar Pasiva**. Es una actitud frente a la arquitectura, donde sostiene una relación directa con el emplazamiento, el clima y sobre todo con el sol, minimizando el consumo energético. De hecho, son pocos los que hoy, consideran la energía solar como una fuente energética.

Este tipo de arquitectura no es nueva, muchas de las técnicas se encuentran en la antigüedad, tanto los griegos como los romanos y la arquitectura vernácula ya ponían en uso el sol y el entorno como elemento principal a tener en cuenta.

---

<sup>5</sup> Datos extraídos del Instituto de la Vivienda de la Provincia de Buenos Aires.  
Ver: <http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/institucional/topicas.php>

En la cultura griega, Sócrates decía que la casa ideal “debería ser fresca en verano y cálida en invierno”

A partir de la crisis del Petróleo de 1973, la cual trajo una subida sustancial de los precios en el petróleo, se comenzó a reflexionar sobre este nuevo problema, pensando en buscar alternativas para disminuir el costo energético, enfatizando un uso racional de la energía y aprovechando las “energías alternativas”. Es así que potenciando las aplicaciones de la Arquitectura Solar Pasiva, aparece en escena la **Arquitectura Bioclimática**. La misma toma las condiciones climáticas como el viento, el sol, la vegetación, su entorno, la iluminación y las optimiza buscando mejorar el confort integral interno.

La aparición de este término fue en un libro de Izard y Guyot, originado a partir de textos de Izard y un colectivo de autores cercano al grupo ABC (Ambientes Bioclimáticos)<sup>6</sup>. En los años 60 este término también procede de Olgay. Dicho arquitecto nos habla de la “interpretación bioclimática”, definiendo los efectos del clima sobre el hombre, conservando siempre esta visión global del hecho arquitectónico. Se refiere a la arquitectura en general, donde los principios básicos a considerar, así como los procesos de diseño que se recomiendan, son aplicables directamente a cualquier proyecto actual.<sup>7</sup>

Algunos conceptos básicos que toma la arquitectura bioclimática son: el **Uso racional de la Energía**, donde busca el cuidado y el ahorro en el uso de los servicios energéticos tanto del gas como de la electricidad. Y **el Uso Eficiente de la Energía** se debe considerar la calidad al igual que la cantidad de energía usada para lograr un objetivo dado, sin pérdida de eficiencia.

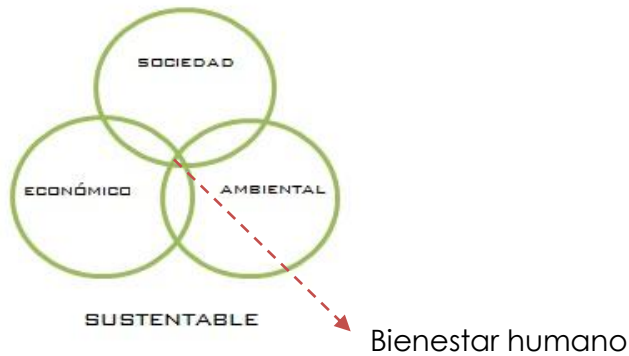
Es por eso que se debe tomar conciencia del beneficio que resultaría para el futuro, la aplicación de medidas de conservación de energía (C), a partir de impedir la transferencia de calor desde el interior al exterior o del exterior al interior, y la implementación de fuentes de Energías Renovables (ER), en sustitución de aquellas de origen fósil, como sistemas alternativos (pasivos) de producción de energía. Reducir de esta manera el impacto energético disminuyendo así las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). Lo cual implica además mejorar la calidad de las viviendas y la calidad de vida de la población.

Por último la noción de sustentabilidad, **Arquitectura Sustentable**, nos pone en la necesidad de una transformación estructural del sistema social en general, vinculando tres aspectos fundamentales: el económico, el ambiental y el social, esto implica generar estrategias de base tecnológica.

---

<sup>6</sup>equipo de investigación interdisciplinario establecido en la escuela de arquitectura de Marsella.

<sup>7</sup> Olgay V. Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona, Gustavo Gili, 1998. Prefacio por Rafael Serra Florensa, pp. 6, 8.



Una transformación tecnológica que impulse una actividad económica ambientalmente no destructiva, en el marco de justicia social, garantizando las necesidades presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, haciendo uso de los recursos no renovables de la forma más eficiente posible, teniendo en cuenta que la conservación de los ecosistemas debe estar subordinada al bienestar humano, ya que no todos los ecosistemas pueden ser conservados en su estado virgen. (Informe Brundtland, 1987).

La Arquitectura Sustentable es un término dentro del cual se puede encuadrar la arquitectura bioclimática, la misma incorpora además el impacto ambiental desde el consumo energético, su implantación en el medio, en la sociedad, su orientación, los sistemas constructivos, materiales, a partir de lo energético y su ciclo de vida, eficiencia energética, diseño pasivo, energía alternativas, economía, cultura, entre otros.

El problema a plantear. Su definición: **¿Porque los arquitectos tenemos que afrontar un gran compromiso?**

Es evidente que los arquitectos tienen un papel importante que desempeñar en este cambio.

Esto tiene que ser un llamado a la conciencia, con el objetivo final de construir un hábitat energéticamente eficiente y con un grado de sustentabilidad creciente adaptado a nuestro modo de vida

El proyecto sostenible tiene que ver con la reducción del calentamiento global mediante el ahorro energético, como así también con el crear espacios saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades sociales.

Eduardo Souto de Moura, premio Pritzker 2011, respondiendo a un reportaje en el que le preguntaron: ¿Piensa que la sostenibilidad es un problema de ricos?, respondió:

“Es un problema de malos arquitectos. Los malos arquitectos se organizan siempre con temas secundarios. Dicen cosas del tipo: la arquitectura es

sociología, es lenguaje, semántica, semiótica. Inventan la arquitectura inteligente – como si el Panteón fuese estúpido – y ahora, lo último es la arquitectura sostenible. Todo eso es complejo de la mala arquitectura. La arquitectura no tiene que ser sostenible. **La arquitectura, para ser buena, lleva implícito el ser sostenible.** Nunca puede haber una buena arquitectura estúpida. Un edificio en cuyo interior la gente muere de calor, por más elegante que sea será un fracaso. La preocupación por la sostenibilidad delata mediocridad. No se puede aplaudir un edificio porque sea sostenible. Sería como aplaudirlo porque se sostiene.”<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Entrevista de Anatxu zabalbeascoa al arquitecto portugués Eduardo de Souto de Moura (1952) para diario EL PAIS de España, edición impresa del 30 de junio de 2007.

### 3. DIAGNOSTICO BIOCLIMÁTICO

El **Diagnostico Bioclimático** consiste fundamentalmente en el análisis de las características climáticas de un sitio en particular, a partir de datos ambientales como la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y los vientos. Mediante este diagnóstico se identifican los aspectos climáticos positivos y negativos, esto en relación con su influencia sobre el confort humano. Se debe realizar el análisis de los datos climáticos del lugar para poder determinar los requerimientos térmicos, estableciendo las estrategias de diseño más adecuadas.

**Los estudios suelen incluir los siguientes aspectos:**<sup>9</sup>

- Análisis de los datos ambientales: radiación solar directa y difusa, humedad relativa, la nubosidad, velocidad y dirección del viento, precipitaciones, grados días de calefacción, grados días de enfriamiento. Se debe realizar una recopilación de datos; revisión, depuración y selección de la información; estimación y cálculo de los datos faltantes; análisis de las variables interrelacionadas.
- Consulta de la Norma IRAM<sup>10</sup>, a partir de la zona bioclimática a la cual pertenece.
- Identificación de las condiciones de confort a lo largo del año, con base en promedios horarios-mensuales de la temperatura máxima media y mínima media.
- Caracterización estacional, que permite identificar los periodos del año con condiciones climáticas particulares, así como los requerimientos de confort asociados a ésta.
- Identificación de las pautas de diseño que tienen mayor potencial en el sitio, con base en análisis derivados del diagrama psicrométrico GIVONI<sup>11</sup> a partir del software "Análisis Bio" (Analysis Bio V. 2.1.2 actualización 09/07/2004. LabEEE/UFSC. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal Santa Catarina).

El **producto final** de este proceso metodológico de evaluación, es poder determinar como resultado del análisis, las estrategias de diseños disponibles, posibles de ser empleadas para solucionar las condiciones adversas del clima analizado, a través de las características favorables del mismo.

---

<sup>9</sup> Mesa, A. (2013). Apuntes de clase "Clima y Confort". Maestría en Arquitectura y Hábitat Sustentable. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.

<sup>10</sup> IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Normas 11549, 11601, 11603, 11604, 11605, 11625, 11630, 11507. Se refiere a la Norma 11603 "Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina."

<sup>11</sup> Givoni, B. (1969). Man, climate, and architecture. Amsterdam: Elsevier.

El objetivo de este trabajo es alcanzar el **Confort Higrotérmico**, que forma parte de un Confort Integral compuesto por otros aspectos, como la calidad de aire, lo lumínico, lo psíquico social, lo acústico, lo estético y lo formal-funcional. Esto significa encontrar el bienestar de cada individuo habitando ese espacio.

Diferentes factores y parámetros intervienen en este Confort Higrotérmico, como los factores ambientales exteriores; los factores personales; los parámetros ambientales interiores de cada local; y los parámetros arquitectónicos y de diseño.

## Diferentes climas en la República Argentina - Zonas Bioclimáticas

La República Argentina se divide en diferentes zonas bioclimáticas, establecidas por la Norma IRAM 11.603, que se pueden observar en el siguiente mapa:

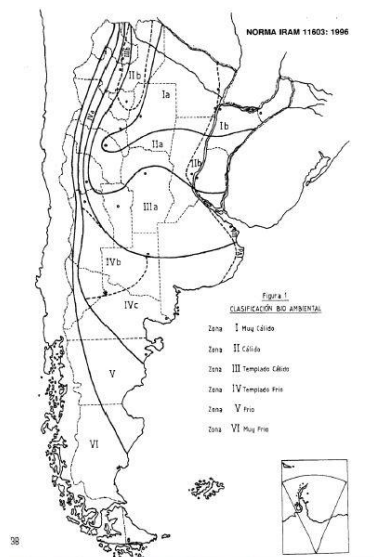


Figura 1: Zonas bioclimáticas de la República Argentina. Fuente: IRAM 11.603

Los mapas bioclimáticos representan en forma gráfica las características climáticas de una zona. De los mismos se puede tener una visión inicial de los requerimientos y según el caso, de las posibles estrategias de climatización.

Las seis Zonas Bioclimáticas en la Argentina son:

- Zona I Muy Cálido (Subzona "a" seco / Subzona "b" húmedo)
- Zona II Cálido (Subzona "a" seco/Subzona "b" húmedo)
- Zona III Templado Cálido (Subzona "a" seco/Subzona "b" húmedo)
- Zona IV Templado Frío (Subzona "a" de montaña / Subzona "b" de máxima irradiancia / Subzona "c" de transición / Subzona "d" marítima)
- Zona V Frío
- Zona VI Muy Frío



## a- Características Climáticas de la ciudad de La Plata

### L A PLATA – BUENOS AIRES

La ciudad de La Plata es el sitio donde se realiza el diagnóstico bioclimático.

Ubicación. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LUGAR

- ✓ Altura sobre el nivel del mar: 15 msnm
- ✓ Latitud: 35° 00' SUR
- ✓ Longitud: 57° 9' OESTE
- ✓ Zona Bioclimática Templada Cálida (IIIb).
- ✓ *GD<sub>20</sub> para Calefacción*: 1678 GD (Temperatura de confort 20°C)
- ✓ *Temperaturas Medias*: Invierno 13 °C. Verano 21 °C.
- ✓ *TDMD*: - 2,5°C

- i. Se recopila los datos necesarios para llevar a cabo el diagnóstico, tales como: radiación solar, temperatura, humedad relativa, nubosidad, viento, precipitaciones y grados días.

Para este diagnóstico se determino la zona de confort térmico comprendida entre 20°C en invierno y 25°C en verano.

INICIO																
Información General para el diagnóstico - LA PLATA - BUENOS AIRES																
Localización Geográfica	Latitud	-35														
	Longitud	-57.9														
	Altura	15														
	Zona Bioclimática										IIIb					
	Templado Cálido															
Del Clima del lugar		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
	Radiación Solar (*)	815.75	796.36	752.04	683.22	609.35	569.28	589.84	650.59	713.75	762.84	796	814.25	712.34		
	Humedad Relativa	69.2	72.7	74.5	81.2	82.7	83.1	82.1	79.0	76.3	76.4	74.6	69.0	77.2		
	Nubosidad	3.3	3.0	3.1	3.9	4.0	4.5	4.0	3.6	3.7	4.0	3.7	3.5	3.7		
	Viento	N	Frec	103	84	100	81	113	105	116	100	111	73	112	130	102
			Vel med	17.7	16.4	15.1	16.2	15.3	17.1	17.0	16.1	19.1	16.8	17.6	17.3	16.9
		NE	Frec	169	148	144	113	86	94	69	112	120	105	128	118	117
			Vel med	17.5	17.1	16.2	15.5	15.4	13.8	15.1	16.4	19.2	19.3	17.4	16.8	16.8
		E	Frec	218	188	154	97	66	82	91	93	158	189	174	171	140
			Vel med	20.1	18.0	19.0	17.3	18.2	17.4	17.2	17.5	21.4	21.6	18.4	18.9	19.1
		SE	Frec	102	107	108	99	58	56	72	94	95	160	123	131	101
			Vel med	19.4	19.2	18.4	19.8	19.9	18.7	21.9	25.9	20.3	23.6	20.1	21.5	21.0
		S	Frec	112	113	98	89	95	80	105	109	116	104	109	92	102
			Vel med	24.0	24.1	19.8	20.3	19.7	20.9	23.9	21.7	21.9	23.9	22.9	21.6	22.2
		SW	Frec	58	58	68	111	94	95	123	78	101	67	80	60	83
			Vel med	22.6	21.6	20.3	20.3	17.9	18.9	19.6	18.9	20.1	20.6	23.2	20.6	20.2
		W	Frec	23	41	48	55	85	125	80	70	61	43	41	35	59
			Vel med	18.1	18.6	17.6	18.9	16.6	19.6	16.4	16.9	18.6	19.8	21.5	18.7	18.3
		NW	Frec	42	54	41	53	64	78	77	61	34	49	30	71	54
			Vel med	18.6	16.7	15.7	15.4	17.3	18	17.3	17.7	16.8	18.4	19.1	17.1	17.3
		Temperaturas	Temp Media	22.1	21.2	20.2	16.1	12.9	9.8	8.3	10.6	12.5	15.5	18	21.2	15.8
			Temp M. Máx	28.3	27.0	26.2	21.6	18.2	14.5	13.6	16.5	17.9	20.8	23.8	27.3	21.3
Temp M. Min	16.8		16.0	15.3	11.7	9.0	6.3	4.7	6.1	7.7	10.6	13.1	15.8	11.1		
Precipitaciones (mm)		112.2	103.0	88.4	113.1	90.9	67.4	68.2	57.5	62.1	105.1	104.3	107.1	1079.5		
TDMN (temp. Ext. de diseño min)		2.4														
Grados días de Calefacción BASE 20°C		0	0	0	100.5	198.4	288	336.35	269.7	216	133.3	46.5	0	1588.75		
Grados días de Enfriamiento BASE 25°C		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Amplitud Térmica		menores que 14°C														
TEC media		24,6°C a 22,9°C														

(\*) Calculada mediante Solrad.xls (version 1.2) A solar position and radiation calculator. Greg Pelletier Washington State Department of Ecology, Olympia, WA  
Bird model direct radiation normal to the beam at the earth surface (W/m2)

Tabla 1: Recopilación de datos de la zona.

En los siguientes gráficos se puede observar la relación entre las diferentes variables a considerar.

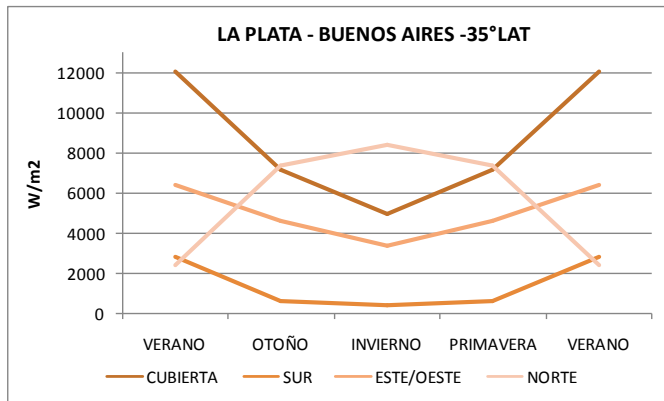


Gráfico 4: Radiación

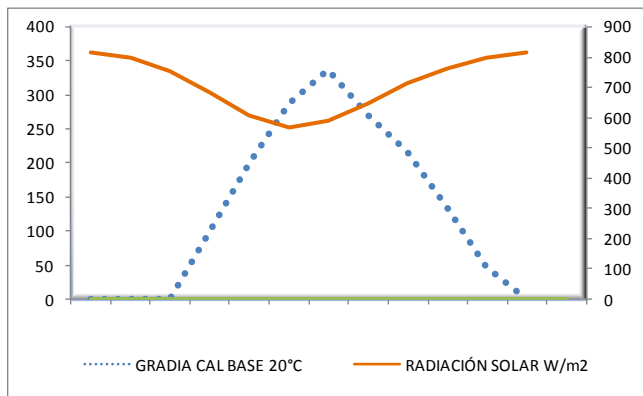


Gráfico 5: Radiación y grados días.

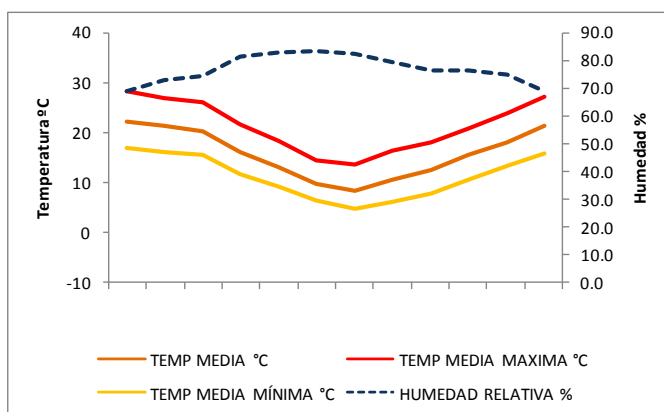


Gráfico 6: Temperatura / HR.

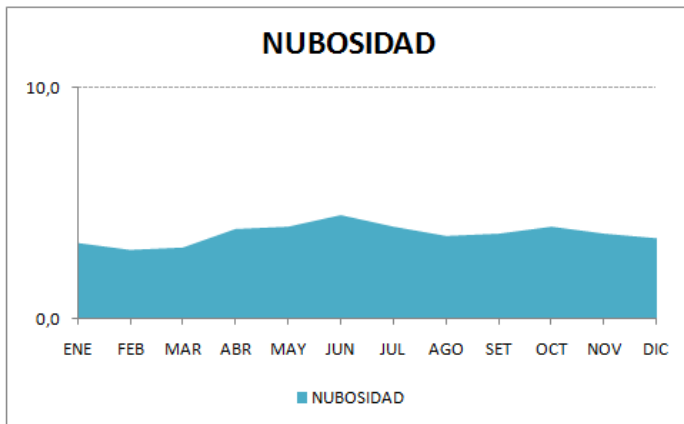


Gráfico 7: Nubosidad.

En el **Gráfico 4** muestra la radiación en el plano horizontal, la cubierta, y en los planos verticales sur/este-oeste/norte, en las diferentes estaciones del año (verano/otoño/invierno/primavera). El **Gráfico 5** representa la necesidad de grados días de calefacción para llegar a 20°C centrada en casi todo el año de marzo a diciembre, y la necesidad de los grados días de enfriamiento para llegar a 24°C es nula durante todo el año. Mientras que en el **Gráfico 6** se observa la temperatura y la humedad teniendo en cuenta que la temperatura ronda entre 4°C Y 28°C durante todo el año y la humedad entre 70% y 80%. En el **Gráfico 7** representa la nubosidad exterior mes a mes a lo largo del año.

- ii. Condiciones de confort a lo largo del año - horario /mensual.

Se puede hacer el diagnóstico tomando los resultados de las siguientes tablas. La Tabla 2 y 3 se establecen las estrategias o medidas que hay que tomar en cada hora de cada mes para lograr el bienestar interior.

TEMPERATURAS HORARIAS SEGUN MAXIMA MEDIA Y MINIMA MEDIA															
ESTACION LA PLATA-Buenos Aires							TEMP.MEDIA ANUAL:				16,2				
FUENTE:	S.M.N.					TEMP.NEUTRALIDAD:				22,62				TMA	16,2
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
IP.MED.MAX	28,3	27,0	26,2	21,6	18,2	14,5	13,6	16,5	17,9	20,8	23,8	27,3	21,3		
IP.MED.MIN	16,8	16,0	15,3	11,7	9,0	6,3	4,7	6,1	7,7	10,6	13,1	15,8	11,1		
REFERENCIA	11,5	11,0	10,9	9,9	9,2	8,2	8,9	10,4	10,2	10,2	10,7	11,5	10,2		

HORA EFICIENTES		TEMPERATURAS HORARIAS												PROMEDIOS		
														D-E-F	M-J-J	AÑO
1	0,46	22,1	21,1	20,3	16,3	13,2	10,1	8,8	10,9	12,4	15,3	18,0	21,1	21,4	10,7	15,8
2	0,32	20,5	19,5	18,8	14,9	11,9	8,9	7,5	9,4	11,0	13,9	16,5	19,5	19,8	9,5	14,4
3	0,19	19,0	18,1	17,4	13,6	10,7	7,9	6,4	8,1	9,6	12,5	15,1	18,0	18,4	8,3	13,0
4	0,08	17,7	16,9	16,2	12,5	9,7	7,0	5,4	6,9	8,5	11,4	14,0	16,7	17,1	7,4	11,9
5	0,02	17,0	16,2	15,5	11,9	9,2	6,5	4,9	6,3	7,9	10,8	13,3	16,0	16,4	6,8	11,3
6	0,00	16,8	16,0	15,3	11,7	9,0	6,3	4,7	6,1	7,7	10,6	13,1	15,8	16,2	6,7	11,1
7	0,06	17,5	16,7	16,0	12,3	9,6	6,8	5,2	6,7	8,3	11,2	13,7	16,5	16,9	7,2	11,7
8	0,15	18,5	17,7	16,9	13,2	10,4	7,5	6,0	7,7	9,2	12,1	14,7	17,5	17,9	8,0	12,6
9	0,26	19,8	18,9	18,1	14,3	11,4	8,4	7,0	8,8	10,4	13,3	15,9	18,8	19,1	8,9	13,7
10	0,44	21,9	20,8	20,1	16,1	13,0	9,9	8,6	10,7	12,2	15,1	17,8	20,9	21,2	10,5	15,6
11	0,79	25,9	24,7	23,9	19,5	16,3	12,8	11,7	14,3	15,8	18,7	21,6	24,9	25,2	13,6	19,2
12	0,91	27,3	26,0	25,2	20,7	17,4	13,8	12,8	15,6	17,0	19,9	22,8	26,3	26,5	14,6	20,4
13	0,97	28,0	26,7	25,9	21,3	17,9	14,3	13,3	16,2	17,6	20,5	23,5	27,0	27,2	15,2	21,0
14	1,00	28,3	27,0	26,2	21,6	18,2	14,5	13,6	16,5	17,9	20,8	23,8	27,3	27,5	15,4	21,3
15	0,98	28,1	26,8	26,0	21,4	18,0	14,3	13,4	16,3	17,7	20,6	23,6	27,1	27,3	15,3	21,1
16	0,94	27,6	26,3	25,5	21,0	17,6	14,0	13,1	15,9	17,3	20,2	23,2	26,6	26,9	14,9	20,7
17	0,91	27,3	26,0	25,2	20,7	17,4	13,8	12,8	15,6	17,0	19,9	22,8	26,3	26,5	14,6	20,4
18	0,87	26,8	25,6	24,8	20,3	17,0	13,4	12,4	15,1	16,6	19,5	22,4	25,8	26,1	14,3	20,0
19	0,83	26,3	25,1	24,3	19,9	16,6	13,1	12,1	14,7	16,2	19,1	22,0	25,3	25,6	13,9	19,6
20	0,80	26,0	24,8	24,0	19,6	16,4	12,9	11,8	14,4	15,9	18,8	21,7	25,0	25,3	13,7	19,3
21	0,75	25,4	24,3	23,5	19,1	15,9	12,5	11,4	13,9	15,4	18,3	21,1	24,4	24,7	13,2	18,8
22	0,70	24,9	23,7	22,9	18,6	15,4	12,0	10,9	13,4	14,8	17,7	20,6	23,9	24,1	12,8	18,2
23	0,64	24,2	23,0	22,3	18,0	14,9	11,5	10,4	12,8	14,2	17,1	19,9	23,2	23,5	12,3	17,6
24	0,57	23,4	22,3	21,5	17,3	14,2	11,0	9,8	12,0	13,5	16,4	19,2	22,4	22,7	11,7	16,9

REFERENCIA				
-10	0			
0	<18		Necesidad de insulación total	
18	<21		Necesidad de insulación más algún período de sombra (en los equinoccios)	
21	<25		Necesidad de sombra, permitir entrada de sol por la mañana	
25,0	mas		Sombreo total	

Tabla 2: Temperatura y confort. La Distribución de las temperaturas horarias

NECESIDADES BIOCLIMATICAS: C=CONFORT - F=FRIO(NECESIDAD CALEFACCION) E= ENFRIAMIENTO (NECESIDAD DE ENFRIAMIENTO)																
METODO BRUCE NOVELL AMPLIADO																
ESTACION:	LA PLATA-Buenos Aires					TCOM	22,62	TCMX	26,6	TCMI	19,6					
HORAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTALES AÑO			
													FRIO	CONF.	ENFRI.	
1	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8	4	0	
2	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	C	11	1	0	
3	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12	0	0	
4	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12	0	0	
5	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12	0	0	
6	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12	0	0	
7	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12	0	0	
8	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12	0	0	
9	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11	1	0	
10	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8	4	0	
11	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C	7	5	0	
12	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	5	6	1	
13	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5	4	3	
14	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5	4	3	
15	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5	4	3	
16	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	5	6	1	
17	E	C	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C	5	6	1	
18	E	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	6	5	1	
19	C	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	6	6	0	
20	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C	7	5	0	
21	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C	7	5	0	
22	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C	7	5	0	
23	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C	7	5	0	
24	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	8	4	0	
FRIO	6,0	8,0	8,0	16,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	11,0	8,0	TOT.F	195,0	% F.	67,7
CONF.	11,0	13,0	16,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	13,0	13,0	TOT.C	80,0	% C.	27,8
ENF.	7,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	TOT.E	13,0	% E.	4,5

Tabla 3: Temperatura y necesidad bioclimática. La Distribución de las temperaturas horarias

La Tabla 2 nos muestra la necesidad de gran porcentaje de insolación total en los meses de invierno durante todo el día, y gran demanda de sombreado total en los meses de verano por la tarde. Por otro lado en la Tabla 3 se observa que hay un 67,7% de necesidad de calefacción anual, un 27,8% se encuentra en Confort, y un 4,5% de necesidad de enfriamiento. En ambas tablas podemos sacar una misma conclusión.

### iii. Analysis Bio – Diagrama Psicrométrico

El diagrama de Givoni (Man, Climate and Arquitectura, 1969) indica cuales son las estrategias a tomar en relación al sitio para alcanzar la condición de confort de acuerdo a la situación de temperatura y humedad que se encuentre en cada zona, representada en los ejes del diagrama psicrométrico.

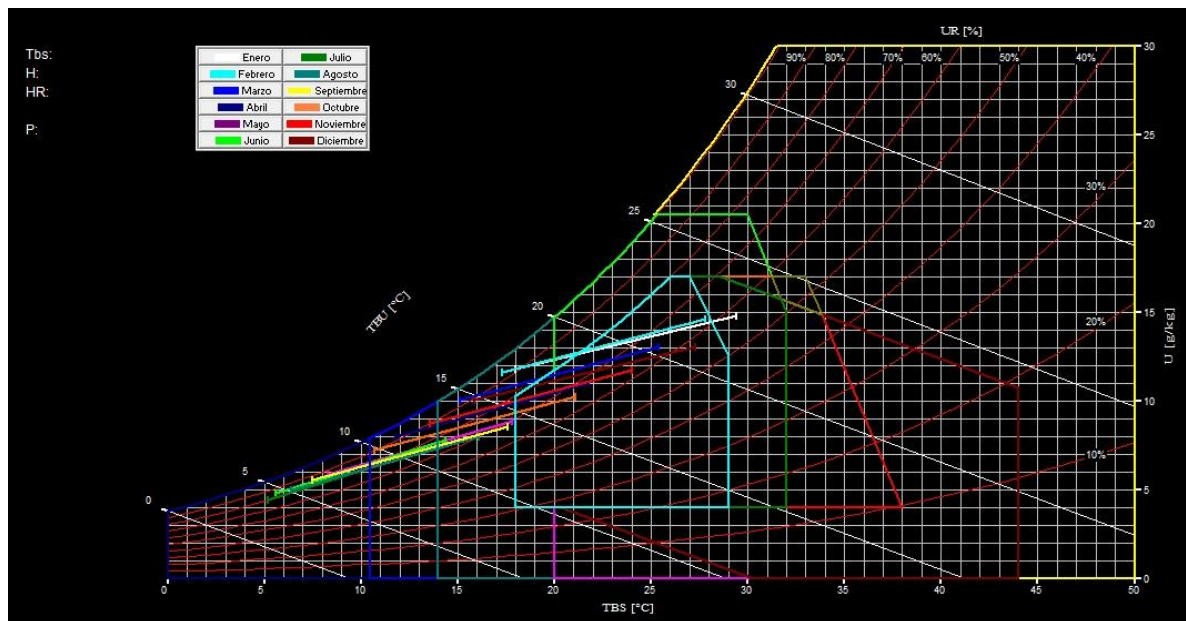


Tabla 4: Diagrama psicrométrico y temperaturas mensuales. Fuente Analysis Bio 2.1.2 – UFSC – ECV – LabEEE – NPC.

A continuación se establece mes a mes el porcentaje de confort térmico y que pautas de diseño hay que tomar para lograr un mayor bienestar. Fuente Analisis Bio (v. 2.1.2) LabEEE-ECV-UFSC

MES		VALORES %
ENERO:	Confort Térmico	60,46
ENERO:	Ventilación	10,85
ENERO:	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	17,55
ENERO:	Térmica	11,14
ENERO:	Ventilación/Alta Inercia/Refrigeración por Evap.	11,14
FEBRERO:	Confort Térmico	61,13
FEBRERO:	Ventilación	13,15
FEBRERO:	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	25,73

	Térmica	
DICIEMBRE:	Confort Térmico	76,05
	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	
DICIEMBRE:	Térmica	23,95

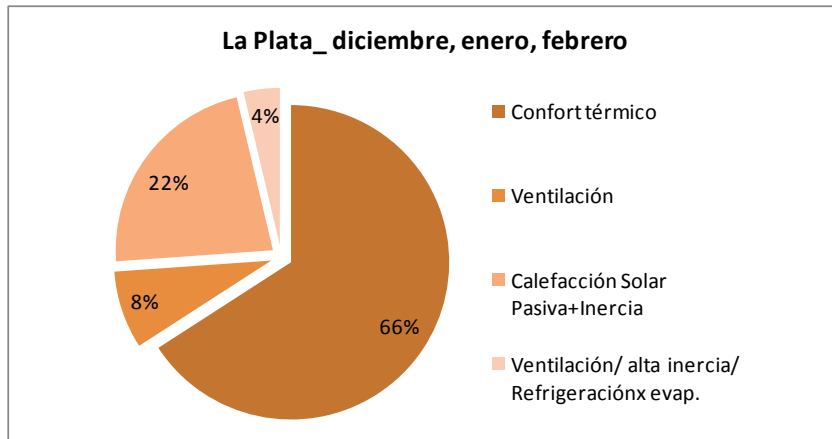


Gráfico 8: Diciembre-Enero-Febrero

MES		VALORES %
MARZO:	Confort Térmico	57,31
	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	
MARZO:	Térmica	42,69
ABRIL:	Confort Térmico	37,99
	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	
ABRIL:	Térmica	40
ABRIL:	Calefacción Solar Pasiva	22,01
MAYO:	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	
MAYO:	Térmica	39,99
MAYO:	Calefacción Solar Pasiva	36,84
MAYO:	Calefacción Artificial	23,17
SEPTIEMBRE:	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	
SEPTIEMBRE:	Térmica	35,64
SEPTIEMBRE:	Calefacción Solar Pasiva	34,65
SEPTIEMBRE:	Calefacción Artificial	29,71
OCTUBRE:	Confort Térmico	29,81
	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	
OCTUBRE:	Térmica	38,46
OCTUBRE:	Calefacción Solar Pasiva	31,74
NOVIEMBRE:	Confort Térmico	57,69
	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	
NOVIEMBRE:	Térmica	38,47
NOVIEMBRE:	Calefacción Solar Pasiva	3,85

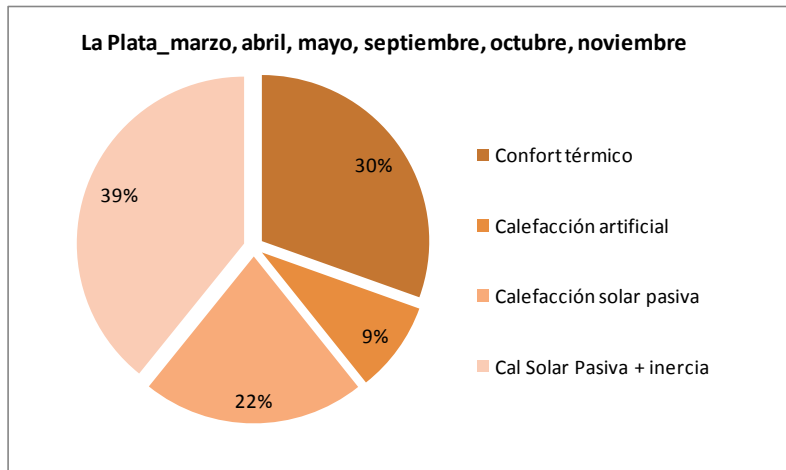


Gráfico 9: Marzo-Abril-Mayo-Septiembre-Octubre-Noviembre

MES		VALORES %
JUNIO:	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	4,54
JUNIO:	Térmica	39,77
JUNIO:	Calefacción Solar Pasiva	55,7
JUNIO:	Calefacción Artificial	
JULIO:	Calefacción Solar Pasiva	39,77
JULIO:	Calefacción Artificial	60,24
AGOSTO:	Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia	21,65
AGOSTO:	Térmica	36,08
AGOSTO:	Calefacción Solar Pasiva	42,28
AGOSTO:	Calefacción Artificial	

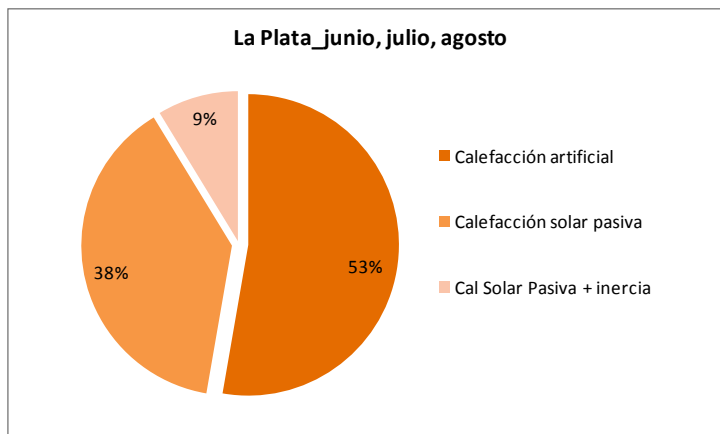


Gráfico 10: Junio-Julio-Agosto

Como se puede observar,

- Los meses en los cuales la mayor parte se encuentra en Confort, son los meses de verano, otoño y primavera: **diciembre/ enero/ febrero/ marzo/ abril/ mayo/ septiembre/ octubre /noviembre.**
- Los meses de mayor precaución y que no están dentro de los parámetros de confort/bienestar son los meses **Junio/Julio/Agosto.**

Las Pautas de diseño que se recomiendan anualmente en función de los gráficos para el sitio donde está implantado el edificio, teniendo en cuenta que el **32%** del año se encuentra en Confort Térmico, son:

- **18%** Calefacción Artificial
- **20%** Calefacción Solar Pasiva
- **27%** Calefacción Solar Pasiva/Alta Inercia Térmica
- **2%** Ventilación
- **1%** Ventilación/ Alta Inercia/Refrigeración por Evap.

Es por eso que las mayores precauciones hay que tomarlas en la Calefacción Solar Pasiva-Alta Inercia Térmica/ Calefacción Solar Pasiva/ Calefacción Artificial, considerando también alguna ventilación en los meses de verano.

## **Conclusiones**

El software Análisis Bio indica cuál es la estrategia a usar para cada situación de temperatura y Humedad Relativa. A pesar de la disponibilidad de programas que arrojan resultados matemáticos para cada zona nunca se debe dejar de observar atentamente cada variable que se obtiene, y ante todo razonar cada resultado para no caer en soluciones mágicas e innovadoras. Analizar la arquitectura local, autóctona de cada sitio podría ser una herramienta que nos permita cotejar nuestro diagnóstico ya que esta arquitectura esta empíricamente comprobada.

- iv. Para concluir se le sumar, a lo analizado anteriormente, las recomendaciones de DISEÑO que establece la Norma IRAM 11603.
  - ✓ Se caracteriza por amplitudes térmicas pequeñas. Tanto en la faz de orientación como en las necesidades de ventilación, por tratarse de una zona templada, las exigencias serán menores.
  - ✓ La orientación Oeste debe ser evitada en lo posible.
  - ✓ Las aberturas deben tener sistemas de protección a la radiación solar. Los colores claros exteriores siguen siendo altamente recomendables.



## Conclusiones finales del Diagnóstico Bioclimático

### La Plata – Buenos Aires

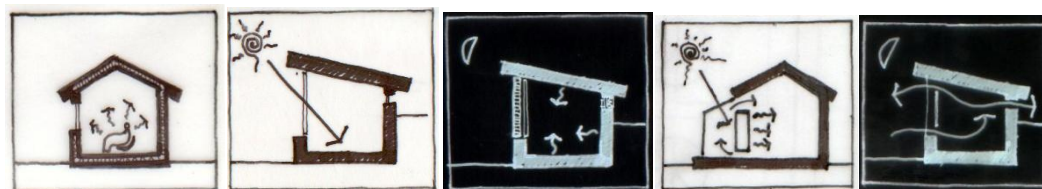
De acuerdo con el análisis realizado, en la Ciudad de La Plata el diseño deberá atender principalmente a la situación de invierno. Aún en verano se observa que el 66% del período se registran condiciones de confort, de cualquier manera, la experiencia como habitantes de la ciudad nos dice que el período estival merece atención.

Por lo cual reforzar las estrategias de sombreado de los interiores, uso de la vegetación como medio de refrescamiento del espacio circundante y del aire, y ventilación de espacios tomando aire de las orientaciones frescas (sur, sureste) puede reducir significativamente las necesidades de acondicionamiento estival mediante sistemas de aire.

La baja nubosidad y la radiación promedio de 5000 w/m<sup>2</sup> en el mes más frío nos favorece al momento de plantear ganancia solar directa. De abril a noviembre los grados días de calefacción con base 20°C son medianamente constantes entre 400 y 500, dato que nuevamente nos sorprende como habitantes.

En los meses de verano una correcta ventilación nocturna debería ser suficiente para refrescar el aire interior y la envolvente ya que contamos con un  $\Delta T$  de 11.5°C.

Las aberturas deberán ubicarse en la cara norte ya que es la que nos garantiza la máxima insolación en invierno y la mínima en verano; y evitar el resto de las caras por el mismo motivo. Dormitorios y ambientes de estar irán al nor-este o nor-oeste, y baños, cocina y locales que sólo requieran de ventilación se ubicarán al sud este, o sudoeste con las aberturas lo más reducidas posibles. Galerías y expansiones cubiertas preferentemente al oeste o norte.



## 4. PAUTAS DE PROYECTO. ASOLEAMIENTO Y ESTRATEGIAS PASIVAS

### **IMPLANTACIÓN: (Sitio y Paisaje)**

**Ubicada** en la localidad de City Bell, partido de La Plata , sobre la esquina de calle 29 y 480, un barrio en plena consolidación, con calles de calcáreo mejorado, sin sistema de desagües cloacal, pero abastecido por los servicios de energía eléctrica, gas natural, agua.

El uso predominante de la zona es residencial, caracterizado por viviendas unifamiliares de uso permanente, en lotes individuales, de hasta dos niveles de altura, esto genera así un tejido poco denso, donde el espacio vacío verde, predomina y actúa como soporte de las construcciones.

**El lote** de forma rectangular, tiene 374m<sup>2</sup>, de 34x11 mts de longitud, con dos de sus cuatro bordes a medianeras linderas, y los otros dos a espacio público, el más largo sobre calle 29 y orientado -18° norte, el lado más corto a calle 480 orientado este.



Imagen 3. Implantación general con el entorno

## EMPLAZAMIENTO: (forma / orientación/ vientos)

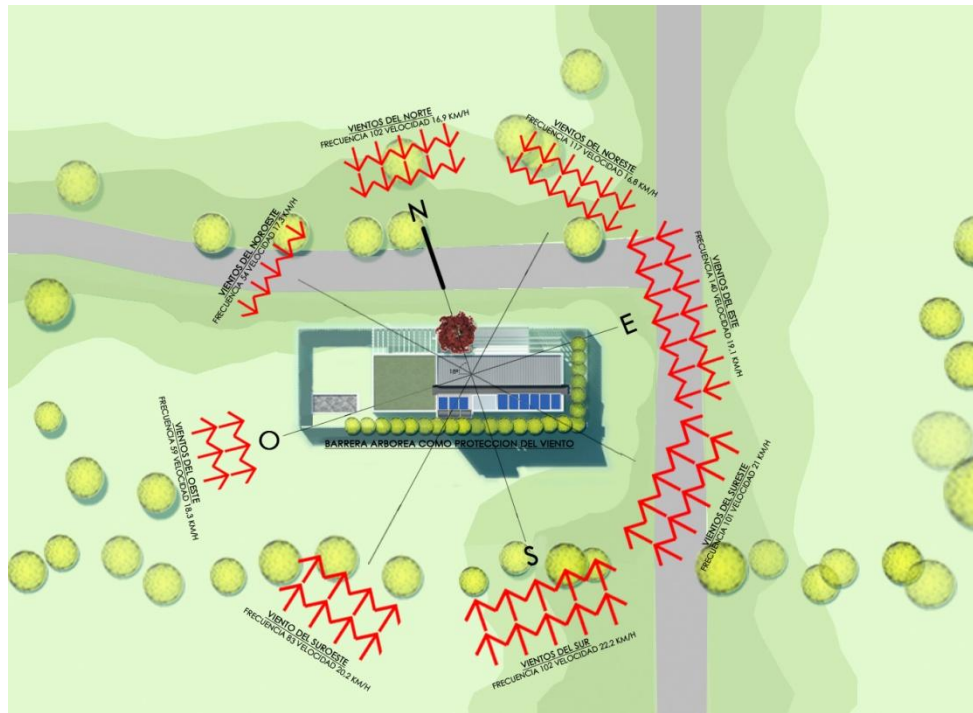


Imagen 4. Implantación de la vivienda, con orientación y viento predominantes

**La forma** de la vivienda, se resuelve con un prisma alargado, como estrategia de ocupación del terreno, en relación a su forma y orientación, se decide ocupar en dos niveles, paralelo al eje este / oeste, que toma la proporción rectangular del lote, recostado sobre la cara sur.

Esto permite tomar distancia sobre el norte y el oeste del lote ganando así un espacio exterior verde bien asoleado.

ZONAS CLIMATICAS	PROTECCION SOLAR NECESARIA	ORIENTACIONES DONDE SE RECIBEN 2h DE ASOLEAMIENTO	ORIENTACIONES FAVORABLES Y OPTIMAS
ZONA II CALIDA			
ZONA III b TEMPLADA CALIDA			
ZONA IV TEMPLADA FRÍA			

Figura 2. Orientaciones óptimas. Norma IRAM

La orientación favorable para esta zona es la NO-N-E y NE. La orientación de la vivienda cumple con la recomendación de la Norma, con una orientación N preponderante.

### **La estructura espacial:**

El prisma alargado se estructura a partir de dos eje bien definidos, uno norte sur, que contiene acceso, arce japonés, hall en doble altura y sala de comando energías alternativas y un eje del agua, este/oeste definido formalmente por la canaleta, el tanque de recolección, mas la pileta disipadora de temperatura.

### **Dicho eje del agua, a su vez, articula dos bandas espaciales:**

- **La primera y más angosta sobre la cara sur, contiene los espacios de servicio**, como ser, cocina, deposito, biblioteca, baños y sala de maquinas, cumple el rol de amortiguar la incidencia de esa orientación.
- **La segunda y más ancha, orientada al norte, contiene los espacios de uso**, para ganar visuales y poder controlar el asoleamiento a necesidad.

### **ANÁLISIS SOLAR**

El análisis de la reflexión solar es el estudio de la incidencia y del impacto de la radiación solar sobre el objeto de estudio.

La radiación solar incidente hace referencia al amplio espectro de energías procedentes del sol que impactan sobre un objeto o superficie. Esto incluye, por un lado, un componente directo procedente del Sol y otro difuso procedente de la parte visible del cielo. Dependiendo del lugar seleccionado, puede contener también un tercer componente procedente del reflejo en otras superficies.

El objetivo del análisis solar es determinar la cantidad de radiación recibida en las distintas superficies del edificio.

El análisis solar aporta, información vital para el proyecto del edificio y la definición de los elementos arquitectónicos y su materialidad, traduciéndose en una mejor calidad ambiental en el interior al tiempo que mejoran la eficiencia energética.

#### **- ESPACIOS EXTERIORES**

En la siguiente figura los arcos de colores representan la trayectoria del sol. En esta Figura se indica el sitio donde se ubicaría la vivienda con respecto a sol a partir de una planta de techos superpuesta al gráfico que representa la trayectoria del sol y los ángulos de azimut correspondientes según la implantación geográfica del proyecto. (Programa Ecotec):

Rojo: Verano – trayectoria del 21 de diciembre (mayor altura anual)

Azul: Invierno – trayectoria del 21 de junio (menor altura anual)

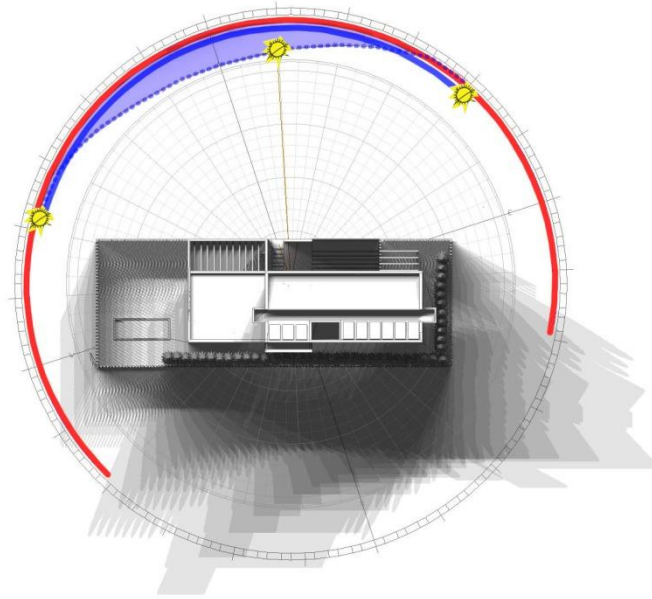


Imagen 5. Asoleamiento en espacios exteriores. Invierno todas las horas.

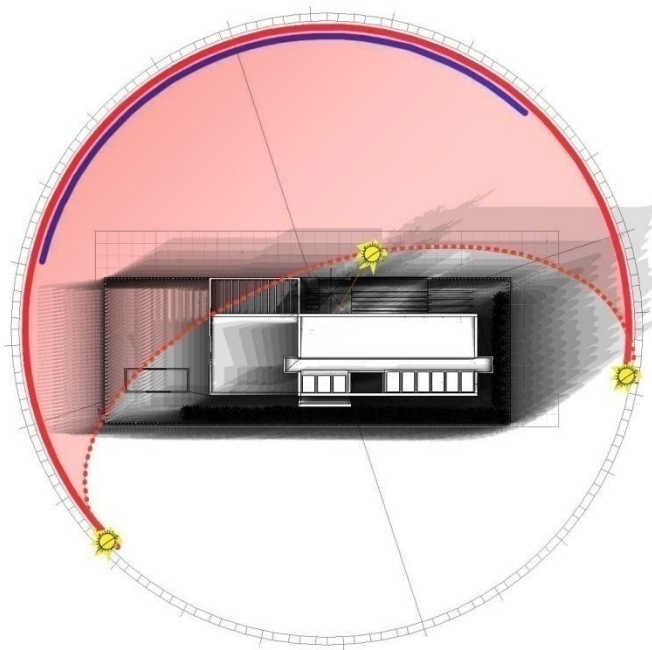


Imagen6. Asoleamiento en espacios exteriores. Verano todas las horas.

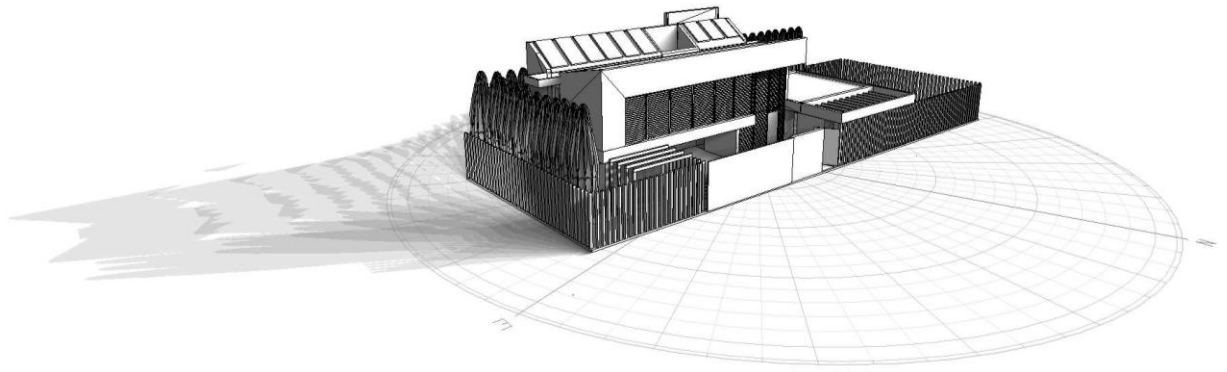


Imagen 7. Asoleamiento en espacios exteriores. Invierno todas las horas.

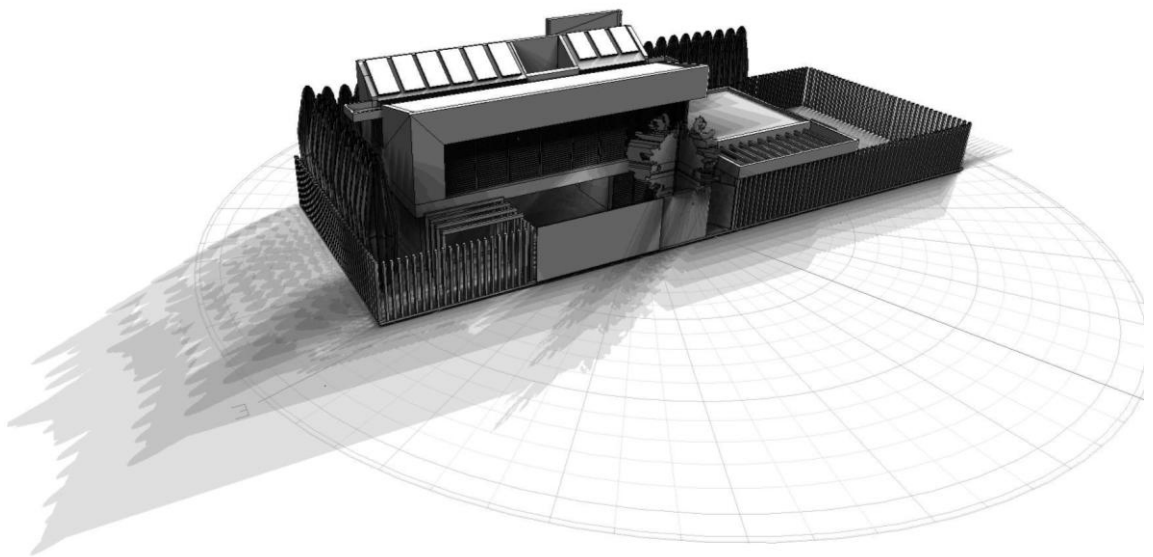


Imagen 8. Asoleamiento en espacios exteriores. Verano todas las horas.

**- ESPACIOS INTERIORES**

Las siguientes tablas se detallan el asoleamiento en espacios interiores, según una época del año determinada y las distintas horas del día.

**ASOLEAMIENTO VERANO**

	<i>Planta Baja</i>	<i>Planta Alta</i>
8:00		
9:00		
10:00		
11:00		
12:00		
13:00		

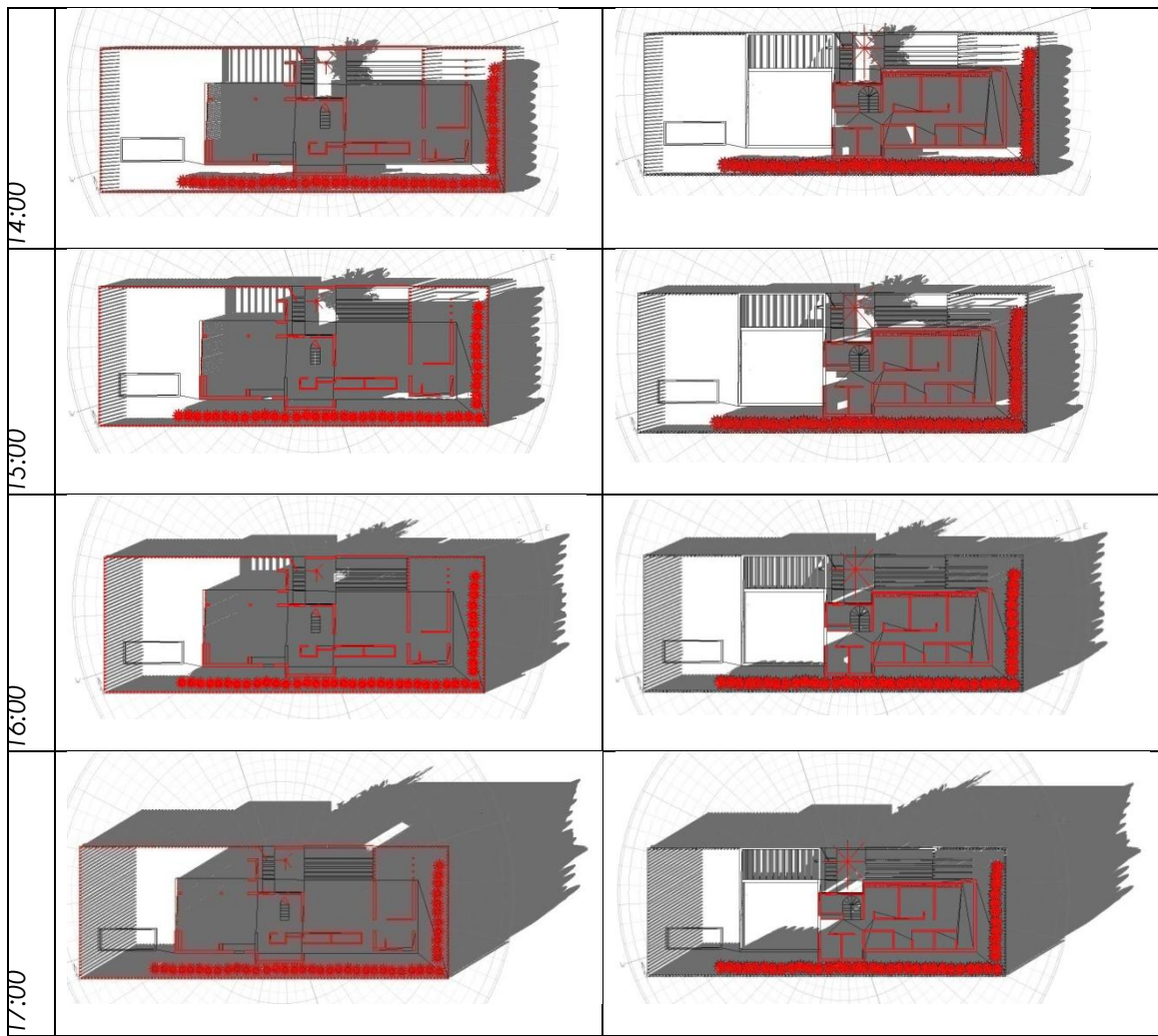


Tabla 5. Planta Alta y Baja – Asoleamiento Verano.



ASOLEAMIENTO INVIERNO.

	Planta Baja	Planta Alta
10:00		
11:00		
12:00		
13:00		

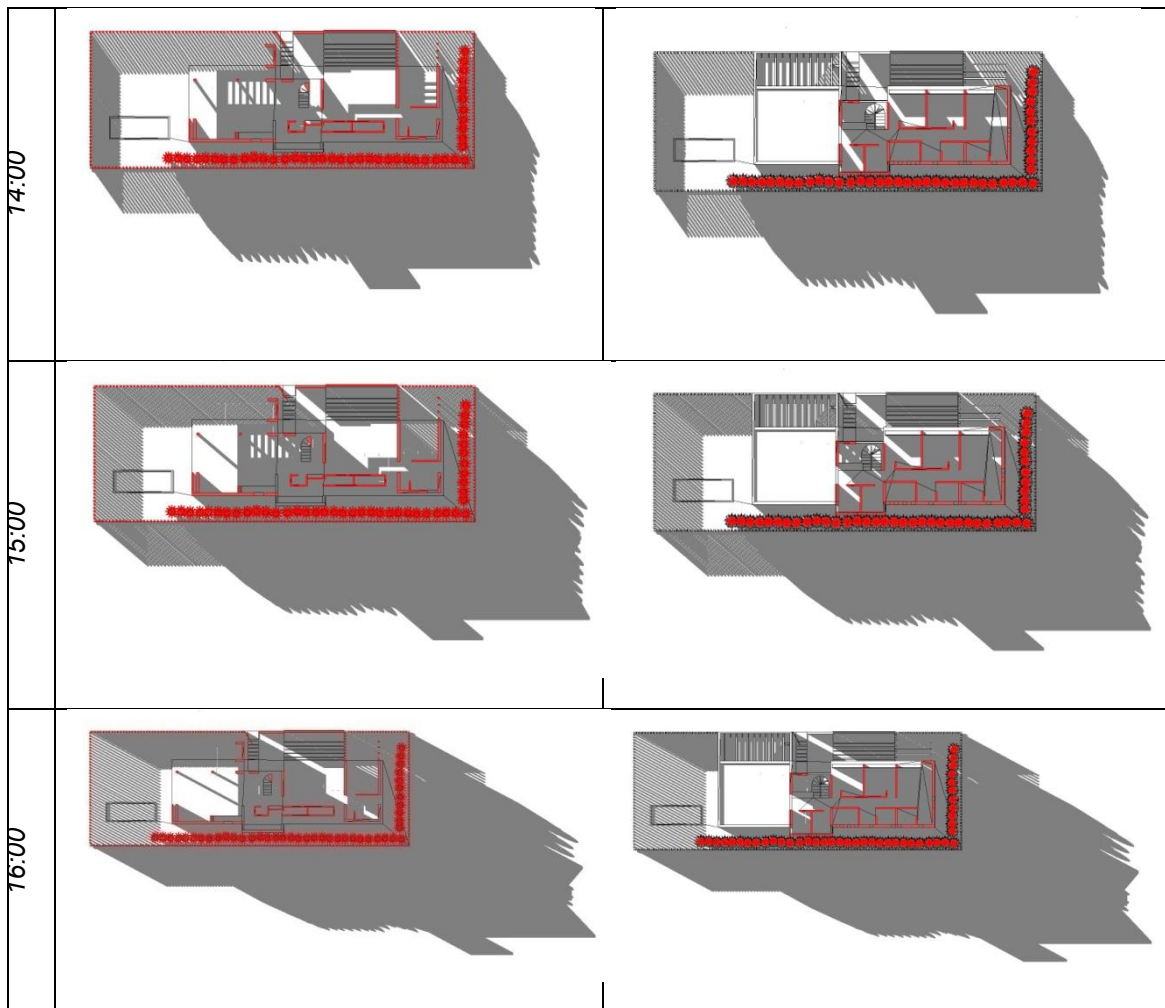


Tabla 6: Planta Alta y Baja – Asoleamiento Invierno.

**El control solar:** se realiza a partir de diferentes elementos arquitectónicos como ser:

- **Sistema de cortinas tipo barrio** para dormitorios, hall de acceso y escalera ; la graduación del mecanismo permite adaptarnos al recorrido solar, de manera apropiada para esta región bioclimática .
- **Aleros y galerías apergolladas** para sala de ensayos y living comedor orientados al norte, definen los espacios intermedios y funcionan a su vez como controladores solares.
- **Sistema de rejas parasoles** verticales en sector de living orientado oeste.
- **Arboles y vegetación:** se incorporan especies caducas, estas nos permiten la regulación y el control solar según la estación, aporta visuales, movimiento y color, mejora la condición perceptiva psicológica del espacio.

### **El control del viento y los flujos de aire:**

En invierno el viento, predominantemente del sur, se controla mediante barrera de arboles, dicha forestación reducirá la acción del viento en el período invernal, minimizando las pérdidas térmicas y protegiendo los espacios exteriores.

En verano, la generación de brisas interiores a partir de generar la ventilación cruzada como estrategia de acondicionamiento en verano.

### ***La ganancia térmica:***

El muro captador de calor en los dormitorios y ganancias solares por ventanas.

## Estrategias Pasivas

La edificación debe entenderse como una barrera selectiva entre las condiciones climáticas exteriores y las condiciones ambientales interiores deseadas. La envolvente de la edificación es por lo tanto un filtro que debe excluir las influencias indeseadas, mientras admite aquéllas que son beneficiosas para obtener el confort y clima deseado.

**La vegetación** absorbe la radiación solar y sombrea el suelo, por lo que contribuye a bajar la temperatura de la superficie. Al mismo tiempo refresca el aire circundante mediante la transpiración del vapor de agua.

Los árboles y arbustos que están cerca de la edificación deben seleccionarse de manera que produzcan la sombra adecuada y al mismo tiempo permitan el paso del aire.



**Las superficies pavimentadas** asoleadas aumentan la temperatura del entorno y afectan el confort visual.

Las temperaturas del aire encima de las áreas pavimentadas asoleadas, tales como estacionamientos, caminos y calles internas pueden ser hasta 7° C más altas que en las superficies no pavimentadas asoleadas, y hasta 14° C más altas que las áreas no pavimentadas sombreadas.

Los materiales de color oscuro tales como el asfalto, absorben, conducen y re-irradian calor. Los materiales de colores claros tales como el concreto, absorben, conducen y re-irradian significativamente menos calor pero causan deslumbramiento.

Los adoquines calados permiten que la vegetación crezca en los espacios vacíos. Están fabricados en hormigón o plástico, por lo cual son apropiados para áreas de tránsito liviano tales como caminos, estacionamientos y garajes. Son un buen sustituto para el asfalto o el concreto pues disminuyen el área total de estos materiales sin eliminar la función como superficie rodante o de estacionamiento.

El diseño y dimensionamiento preciso de los **protectores solares** deberá tomar en cuenta la latitud del lugar, la orientación y la altura de la ventana.

Se proyecta una protección solar para los ambientes orientados al norte. Latitud  $35^\circ$ . Se propone el diseño de un parasol para mejorar la calidad de la iluminación y evitar el sobrecalentamiento.

Se dispone de la carta solar para dicha localidad y se procede a determinar los ángulos de incidencia del sol en las estaciones del año.

INVIERNO

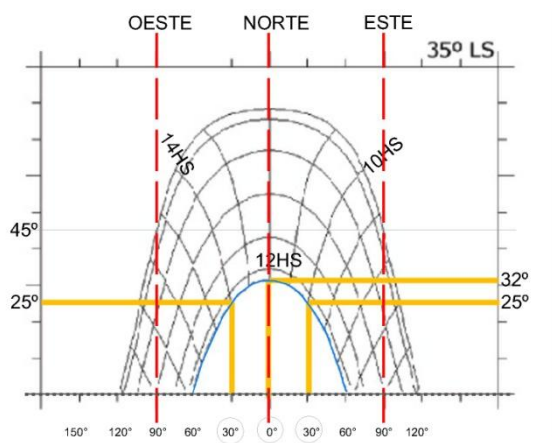


Imagen 9: Carta solar, mes de junio, invierno hemisferio sur.

OTOÑO-PRIMAVERA

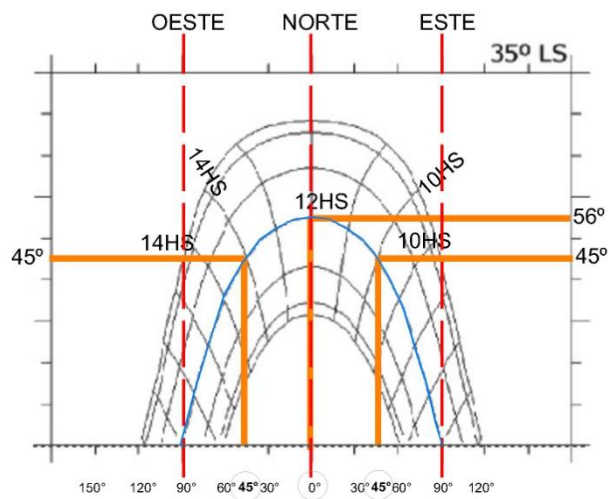


Imagen 10: Carta solar, equinoccios, primavera y otoño.

VERANO

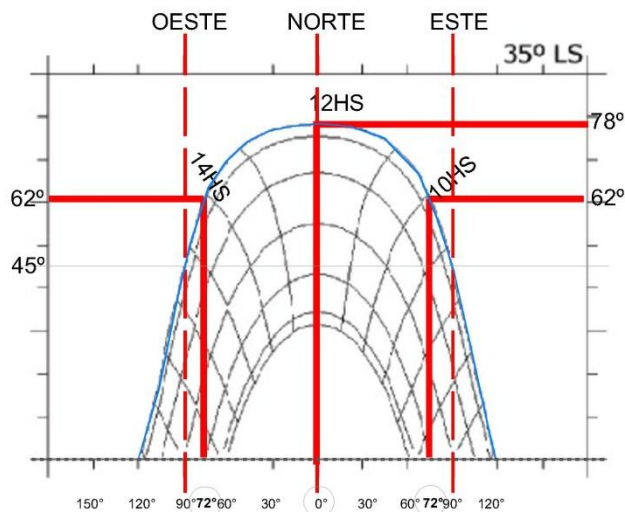


Imagen 11 : Carta solar, mes de Diciembre, verano en el hemisferio sur.

En verano se pretende cubrir la entrada de sol desde las 8 hasta las 16 hs. En invierno el objetivo es que entre la mayor cantidad de sol posible.

La protección será de lamas horizontales de madera con una estructura metálica, en la orientación norte. Y en la orientación OESTE será de lamas verticales de madera con estructura metálica. El ancho y separación se determina de acuerdo a la entrada de sol en invierno y protección en verano.

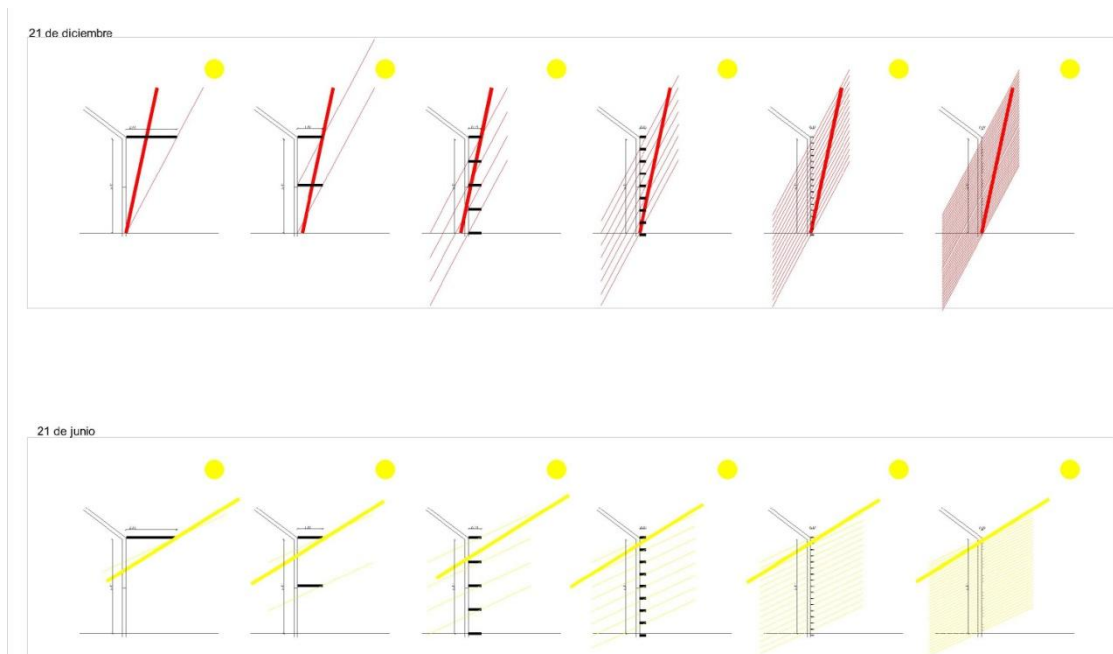


Imagen 12: Tamaño de protecciones solares para invierno y verano hemisferio sur.

El propósito es conseguir un parasol eficaz con el menor uso posible de material, así como perturbar la vista lo mínimo e indispensable.

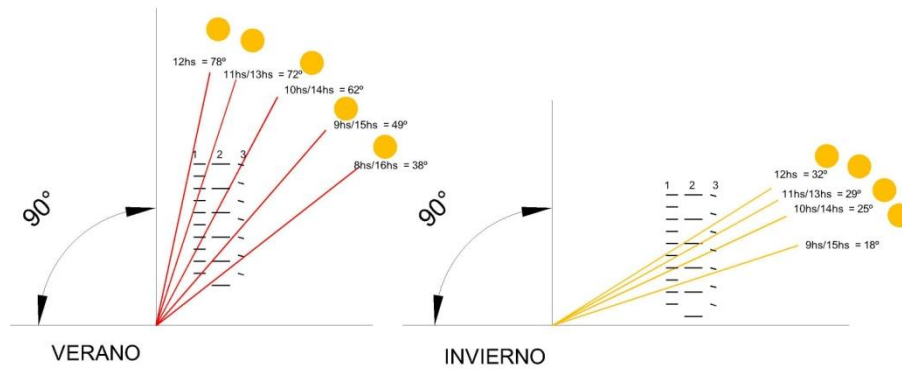


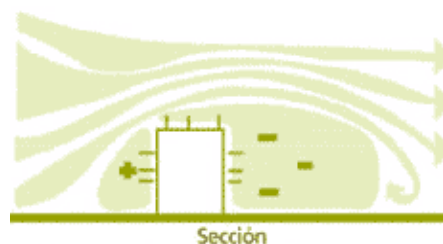
Imagen 13: Tamaño de protecciones solares para invierno y verano hemisferio sur.

### **Aprovechamiento de la ventilación natural**

Ventilación natural es el proceso de intercambio de aire del interior de una edificación por aire fresco del exterior, sin el uso de equipos mecánicos que consuman energía tales como acondicionadores de aire o ventiladores. El movimiento del aire se origina por la diferencia de presiones, la cual tiene dos fuentes: gradiente de temperaturas o efecto dinámico del viento al chocar contra la edificación.

La ventilación natural, utilizada en combinación con el aislamiento, la masa térmica y las protecciones solares, puede reducir o eliminar la necesidad del aire acondicionado en los espacios interiores. Para maximizar las oportunidades de ventilar naturalmente una edificación debe asegurarse un irrestricto acceso a los vientos exteriores. La velocidad del aire en un ambiente está condicionada por la velocidad del viento incidente y de los campos de presión que se generan alrededor de la edificación, los cuales están determinados por la implantación y forma de la edificación, la permeabilidad de las fachadas y la distribución interior de los ambientes.

El flujo de aire alrededor de una edificación crea una zona de alta presión en la cara de frente y de baja presión en la cara de atrás y en las caras paralelas a la dirección del viento.



## **La ventilación interior**

La selección adecuada de las ventanas debe integrar exigencias de ventilación, iluminación, seguridad y mantenimiento.

## **Muros trombe**

Es un sistema que se basa en la captación solar directa y la circulación de aire que se produce por la diferencia de temperaturas. Gestionando adecuadamente, entrega calor durante los meses fríos y permite una mejor refrigeración en los meses cálidos a través de una ventilación cruzada.

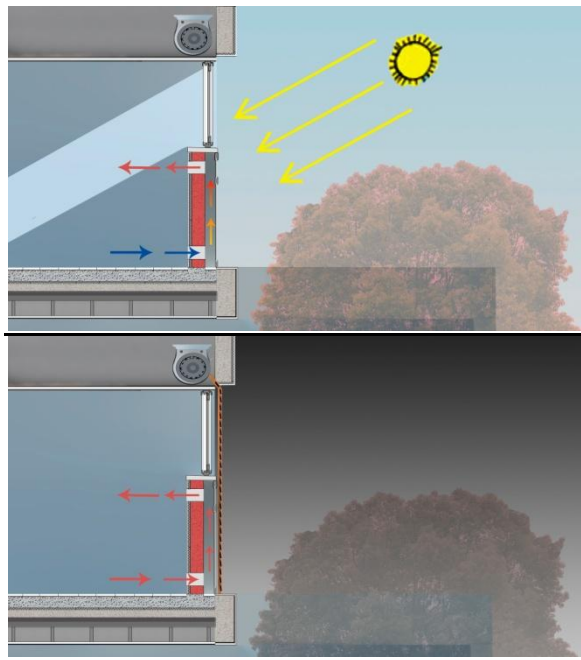


Imagen 14. Funcionamiento del Muro captador de calor en INVIERNO (día/noche)



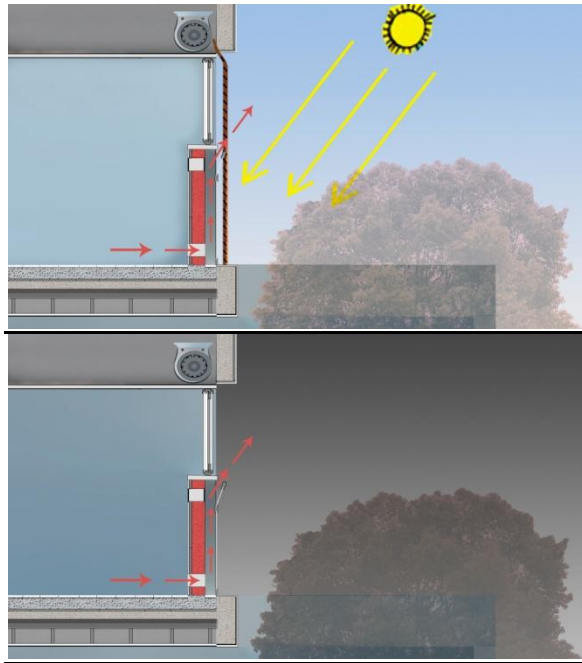


Imagen15. Funcionamiento del Muro captador de calor en VERANO (día/noche)

### **Control de la iluminación natural**

El sol es la fuente natural de la iluminación diurna, y su efecto depende de la localidad geográfica, por lo cual las características lumínicas del cielo están determinadas por la latitud, la altitud y las condiciones climáticas de cada región. Lo que percibimos como luz es el espectro visible de la radiación electromagnética proveniente del sol, comprendido entre 380 a 780 nm. Esta luz se recibe de manera directa en las fachadas orientadas en el eje este-oeste, y de manera difusa, debido a las múltiples reflexiones de la luz en la bóveda celeste en las otras orientaciones.

Las ventanas y otras aberturas ofrecen vista al paisaje y permiten el paso de luz y ventilación natural. En contraposición, la luz solar con entrada directa a través de las ventanas puede representar una alta ganancia de calor hacia el interior de los ambientes. Esto puede significar más de la mitad de las cargas de energía de enfriamiento en una edificación con aire acondicionado.

Los protectores solares exteriores son el método más efectivo para reducir las ganancias de calor a través de las aberturas y ventanas.

Para ángulos bajos de incidencia del sol, es decir, en las horas del sol poniente al este y al ocaso en el oeste, los protectores solares verticales y frontales son adecuados

## 5. DISEÑO DE LA ENVOLVENTE

### Aislamiento Térmico en función de una Evaluación Energética Optimizada

Un adecuado aislamiento térmico de las viviendas contribuye a la disminución de la demanda de energía para calefacción y refrigeración, reduce el impacto ambiental y genera una mejor calidad de vida de la población. Ese es el objetivo de la **Ley Provincial 13.059** promulgada en el 2003, con su **Decreto 1030/2010**, cumpliendo con las Normas IRAM 11600 (nivel intermedio B).

#### LA PLATA

- ✓ Zona Bioclimática Templada Cálida (IIIb).
- ✓ TDMD: - 2,5°C

**NORMA IRAM 11605** "CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN EDIFICIOS. Valores Máximos de Transmitancia Térmica en Cerramientos Opacos"

Mediante esta Norma, se establecen los valores máximos de transmitancia térmica K aplicables a muros y techos de edificios destinados a viviendas, de manera de asegurar condiciones mínimas de habitabilidad. Se establecen los valores máximos de transmitancia térmica aplicables a muros y techos destinados a viviendas, de manera de asegurar condiciones mínimas de habitabilidad.

NIVELES DE CONFORT HIGROTÉRMICO				
Esta norma establece tres niveles diferentes, los cuales corresponden en grado decreciente a condiciones de confort:				
Nivel A:	Recomendado			
Nivel B:	Medio	Que es el mínimo establecido para el cumplimiento de la Ley 13059		
Nivel C:	Mínimo	NO VERIFICA		
K <sub>MAX ADM</sub> de Muros y Techos Condición de invierno*				
Temperatura exterior mín. de diseño (TDMN) [°C]	Nivel A [W/m²K]		Nivel B [W/m²K]	
	Muros	Techos	Muros	Techos
-3	0,33	0,29	0,91	0,74
-2	0,35	0,3	0,95	0,77
Los valores de Transmitancias Máximas Admisibles de Muros y Techos para las condiciones climáticas de la Provincia de Buenos Aires dependen: para <b>Muros</b> , de las temperaturas mínimas de diseño (TDMN) y para <b>Techos</b> , de las Zonas Bioambientales a la que pertenezcan (aunque para <b>III</b> y <b>IV</b> este valor es uno solo para toda la provincia) <b>K<sub>MAX ADM</sub> = 0,48 W/m².K</b> . No obstante, este valor es aplicable a superficies con coeficientes de <b>absorción de la radiación solar α</b> de <b>0,7 ± 0,1</b> (es decir para superficies de colores intermedios). Para coeficientes menores <b>α &lt; 0,6</b> (superficies claras) se deberá incrementar un <b>30%</b> resultando el <b>K<sub>MAX ADM</sub> = 0,62 W/m²K</b> , en tanto que para cubiertas cuyo coeficiente de absorción de la radiación solar sea mayor <b>α &gt; 0,8</b> (superficies oscuras), dicho valor se deberá disminuir un <b>20%</b> resultando un <b>K<sub>MAX ADM</sub> = 0,38 W/m²K</b> .				

Imagen 16. Valores máximos admisibles de Transmitancia térmica (Kmax adm) aplicables a muros y techos en invierno

$K_{MAX ADM}$ de Techos [W/m <sup>2</sup> K] Condición de verano		
Zona Bioambient.	Nivel A [W/m <sup>2</sup> K]	Nivel B [W/m <sup>2</sup> K]
III y IV	0,19	<b>0,48</b>

Imagen17. Valores máximos admisibles de Transmitancia térmica ( $K_{max adm}$ ) aplicables a techos en verano

### a.Cálculo de la Transmitancia Térmica (K) de la envolvente

A continuación se comparan los distintos sistemas constructivos propuestos. Se analizan y detallan en los detalles constructivos para cumplir con la ley de eficiencia energética de la provincia de Buenos Aires evaluando el comportamiento térmico de acuerdo a los lineamientos estipulados en las Normas IRAM

Se describen los esquemas constructivos actuales con el cálculo de los correspondientes valores de conductividad térmica **K**.

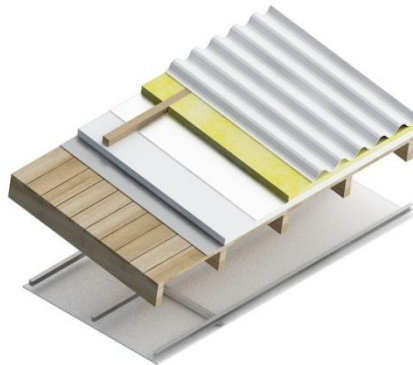
Los esquemas constructivos actuales serán ingresados como parámetros de entrada en el cálculo del balance térmico y en la simulación energética de la vivienda.

*El coeficiente de conductividad térmica **K** es una característica de cada material y expresa la magnitud de su capacidad de conducir calor. Cuanto menor el valor, menor la capacidad de transmisión.*

## En CUBIERTA:

La opción de Cubierta analizada pretende resolver las diferentes cubiertas (cubierta de chapa + cubierta de losa canaleta+ techo verde).

### Cubierta de Chapa



#### PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO

NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE

VERIFICA K	SI/NO	VERIFICA QUE NO CONDENSE
MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL
RECOMEN.	SI VERIFICA	INTERSTICIAL
ECOLOGICO	NO VERIFICA	

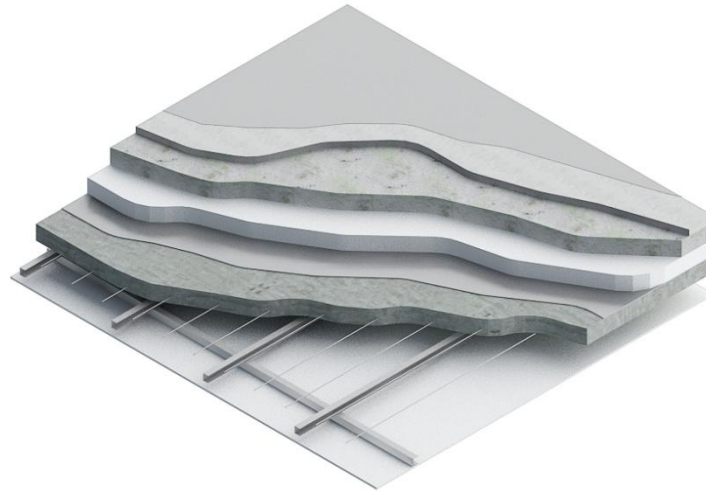
Nº Elem.	CAPAS	Espesor m	Conduc-tividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	Permea-bilidad g/m.h.KPa	Per-meancia g/m².h.kPa	Resist. vapor tot. m².h.kPa/g	Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla		1.54	20.00	
	R.S.I.		CONDUC	0.100			PERM	PERM				
1	x.Placa de yeso	0.0095	0.440	0.022	1000	9.5	0.110		0.09	1.54	19.28	13.53
2	x.Camara de aire	0.7000		0.140			0.626		1.12	1.54	19.13	13.53
3	x.Machimbre	0.0250	0.200	0.125	500	12.5	0.044		0.57	1.54	18.12	13.50
4	x.Barrera de vapor 200 um	0.0004	0.700	0.001	2000	0.8		0.0040	250.00	1.54	17.22	13.48
5	x.EPS	0.0500	0.033	1.515	25	1.3	0.014		3.57	0.79	17.22	3.59
6	x.LANA isover (Fietro Rolac Plata Cu)	0.0500	0.042	1.190	16	0.8		0.0094	106.67	0.78	6.34	3.40
7	x.Chapa	0.0005	58.000	0.000	7800	3.9	0.000		5.00	0.47	-2.21	-3.44
8										0.45	-2.21	-3.81
9										#N/A	#N/A	#N/A
10										#N/A	#N/A	#N/A
11										#N/A	#N/A	#N/A
	R.S.E.			0.040						0.45	-2.50	
	AIRE EXTERIOR									0.45	-2.50	
	Espesor Total:	0.835		Res.Ter.Tot. 3.133	K=1/Rt 0.319	Peso Total 28.75			Resis.paso vapor tot. 367.011			

#### PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [°W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.31	0.32		
K mínimo	0.76	1.00	0.99	SI VERIFICA
K recomendado	0.48	0.76	0.62	SI VERIFICA
K ecológico	0.19	0.29	0.25	NO VERIFICA

Imagen 18: Cálculo Transmitancia térmica (Kcal) de la cubierta inclinada de chapa.

## Cubierta LOSA



PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE  
DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO

NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD  
EN CASO DE CAMARAS DE AIRE

VERIFICA K SI/NO		VERIFICA QUE NO CONDENSE	
MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL	SI VERIF.
RECOMEN.	SI VERIFICA	INTERSTICIAL	SI VERIF.
ECOLOGICO	NO VERIFICA		

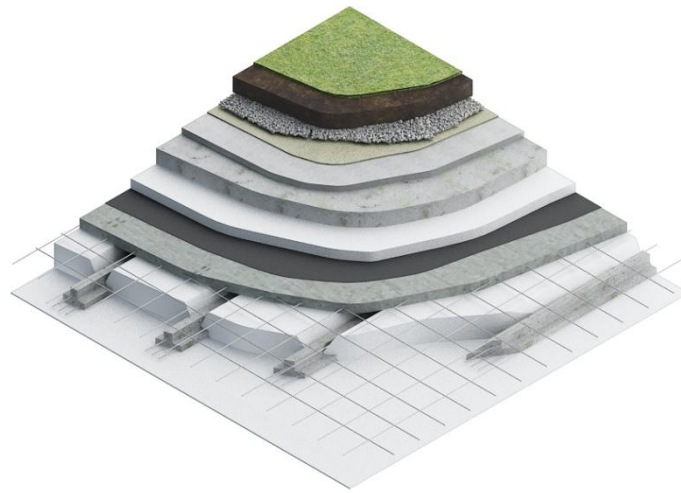
Nº Elem.	CAPAS	Espesor m	Conduc- tividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	Permea- bilidad g/m.h.kPa	Per- meancia g/m².h.kPa	Resist. vapor tot. m².h.kPa/g	Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocio (°C)
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla		1.54	20.00	
	R.S.I.		CONDUC	0.100			PERM	PERM				
1	x.Placa de yeso	0.0095	0.440	0.022	1000	9.5	0.110		0.09	1.54	19.18	13.53
2	x.Camara de aire	0.1000		0.140			0.626		0.16	1.54	19.00	13.53
3	x.Losa llena	0.0800	1.130	0.071	2400	192.0	0.022		3.64	1.54	17.86	13.52
4	x.Barrera de vapor 200 um	0.0004	0.700	0.001	2000	0.8		0.0040	250.00	1.53	17.28	13.38
5	x.EPS	0.0750	0.033	2.273	25	1.9	0.014		5.36	0.49	17.27	-2.75
6	x.Contrapiso	0.0800	1.130	0.071	2400	192.0	0.022		3.64	0.47	-1.33	-3.29
7	x.Carpeta	0.0300	1.130	0.027	2000	60.0	0.022		1.36	0.46	-1.91	-3.66
8	x.Pintura asfáltica	0.001	0.170	0.006	1000	1.0	0.065		0.02	0.45	-2.12	-3.80
9										0.45	-2.17	-3.81
10										#N/A	#N/A	#N/A
11										#N/A	#N/A	#N/A
	R.S.E.			0.040						0.45	-2.50	
	AIRE EXTERIOR									0.45	-2.50	
		Espesor Total:	0.376	Res.Ter.Tot.	2.749	K=1/Rt	0.364	Peso Total	457.18	Resis.paso vapor tot.	264.255	

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.36	0.36		
K mínimo	0.76	1.00	0.99	SI VERIFICA
K recomendado	0.48	0.76	0.62	SI VERIFICA
K ecológico	0.19	0.29	0.25	NO VERIFICA

Imagen19: Cálculo Transmitancia térmica (Kcal) de la cubierta de losa

# TECHO VERDE



**PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO**

NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE

VERIFICA K	SI/NO	VERIFICA QUE NO CONDENSE	
MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL	SI VERIF.
RECOMEN.	SI VERIFICA	INTERSTICIAL	SI VERIF.
ECOLOGICO	NO VERIFICA		

Nº Elem.	CAPAS	Espe-sor m	Conduc-tividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	Permea-bilidad g/m.h.KPa	Per-meancia g/m².h.kPa	Resist. vapor tot. m².h.kPa/g	Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla		1.54	20.00	
	R.S.I.		CONDUC	0.100			PERM	PERM				
1	x.placa de yeso	0.0095	0.440	0.022	1000	9.5	0.110		0.09	1.54	19.07	13.53
2	x.losa de viguetas y forjados de EPS	0.1700	0.315	0.540	200	34.0	0.023		7.39	1.54	18.87	13.53
3	x.Doble film de PE de 200 um o foil d	0.0004	0.700	0.001	2000	0.8		0.0040	250.00	1.51	13.86	13.24
4	x.Placa EPS 20kg/m3	0.0500	0.033	1.515	20	1.0	0.014		3.57	0.50	13.85	-2.55
5	x.Contrapiso	0.0800	1.630	0.049	2400	192.0	0.022		3.64	0.49	-0.22	-2.90
6	x.Carpeta	0.0300	1.130	0.027	2000	60.0	0.022		1.36	0.47	-0.68	-3.26
7	x.Geotextil de 120 a 160 g/m2	0.0050	0.700	0.007	2000	10.0	1.000		0.01	0.47	-0.93	-3.39
8	x. Canto rodado o losetas	0.080	1.160	0.069	2000	160.0	1.000		0.08	0.47	-0.99	-3.40
9	x.Tierra	0.080	1.500	0.053	1750	140.0	0.020		4.00	0.47	-1.63	-3.40
10										0.45	-2.13	-3.81
11										#N/A	#N/A	#N/A
	R.S.E.			0.040						0.45	-2.50	
	AIRE EXTERIOR									0.45	-2.50	
	Res.Ter.Tot.			K=1/Rt		Peso Total			Resis.paso vapor tot.			
	Espesor Total:	0.505		2.422	0.413	607.30			270.134			

**PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]**

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.42	0.41		
K mínimo	0.76	1.00	0.99	SI VERIFICA
K recomendado	0.48	0.76	0.62	SI VERIFICA
K ecológico	0.19	0.29	0.25	NO VERIFICA

Imagen 20: Cálculo Transmitancia térmica (Kcal) del techo verde

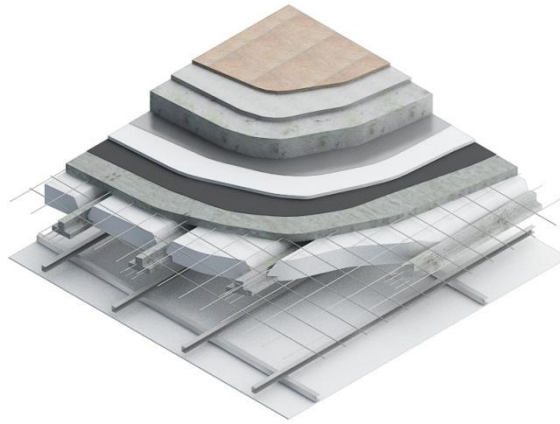


PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.49	0.49		
K mínimo	2.00	1.63	2.40	SI VERIFICA
K recomendado	1.25	0.92	1.50	SI VERIFICA
K ecológico	0.50	0.34	0.60	NO VERIFICA

Imagen 21: Cálculo Transmitancia térmica (Kcal) del muro exterior

Entrepiso



PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO

NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE

VERIFICA K SI/NO		VERIFICA QUE NO CONDENSE	
MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL	SI VERIF.
RECOMEN.	SI VERIFICA	INTERSTICIAL	SI VERIF.
ECOLOGICO	NO VERIFICA		

Nº Elem.	CAPAS	Espesor m	Conductividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	Permeabilidad g/m².h.KPa	Permeancia g/m².h.kPa	Resist. vapor tot. m².h.kPa/g	Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla		1.54	20.00	
	R.S.I.		CONDUC	0.170			PERM	PERM				
1	x_Piso cerámico	0.0120	0.700	0.017	1500	18.0	0.003		4.00	1.54	18.49	13.53
2	x_Mezcla Adhesiva cementicia	0.0080	1.100	0.007	2000	16.0	0.044		0.18	1.53	18.33	13.38
3	x_Carpeta niveladora	0.0300	1.130	0.027	2000	60.0	0.022		1.36	1.53	18.27	13.37
4	x_Contrapiso de Cascote	0.0800	1.630	0.049	2400	192.0	0.020		4.00	1.52	18.03	13.32
5	x_Film de PE de 200 um	0.0004	0.700	0.001	2000	0.8		0.0040	250.00	1.51	17.60	13.16
6	x_Placa de Poliestireno Expandido	0.0500	0.033	1.515	25	1.3	0.014		3.57	0.50	17.59	-2.61
7	x_Losa de viguetas y forjados de EPS	0.170	0.315	0.540	200	34.0	0.021		8.10	0.48	4.11	-2.96
8	x_Camara de aire	0.200		0.140			0.626		0.32	0.45	-0.70	-3.76
9	x_Placa de yeso	0.010	0.440	0.023	1000	10.0	0.110		0.09	0.45	-1.94	-3.80
10										0.45	-2.14	-3.81
11										#N/A	#N/A	#N/A
	R.S.E.			0.040						0.45	-2.50	
	AIRE EXTERIOR									0.45	-2.50	
		Espesor Total:	0.560	Res.Ter.Tot.	2.528	K=1/Rt	0.396	Peso Total	332.05	Resis.paso vapor tot.	271.623	

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0.44	0.40		
K mínimo	0.76	1.00	0.99	SI VERIFICA
K recomendado	0.48	0.76	0.62	SI VERIFICA
K ecológico	0.19	0.29	0.25	NO VERIFICA

Imagen 22: Cálculo Transmitancia térmica (Kcal) del entpiso



Para el cálculo de la Transmitancia térmica de los detalles constructivos se utilizó el programa de G. Gonzalo, 1997 y Norma IRAM.

## Aberturas

Todas las aberturas serán de doble vidriado (DVH) o "termopanel":

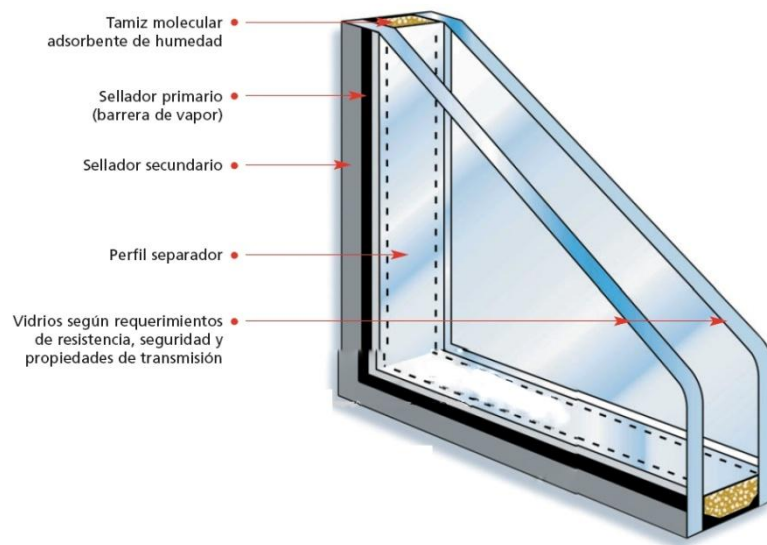


Imagen 23: Vidrio DVH

Un Doble Vidriado Hermético, DVH, es un componente prefabricado compuesto por dos vidrios, separados entre sí por una cámara de aire seco y quieto - que le da al DVH su capacidad de aislante térmico -, herméticamente sellado al paso de la humedad y al vapor de agua. Respecto de un solo vidrio, brinda las siguientes ventajas y propiedades a una ventana:

- Aumenta en más del 100% el aislamiento térmico del vidriado
- Mejora el aislamiento acústico
- Disminuye hasta un 70% las pérdidas de calor a través del vidrio, ahorrando energía de climatización

- Elimina la condensación de humedad sobre el vidrio evitando que se empañe
- Anula el efecto de "muro frío" aumentando el confort junto a la ventana
- Manufacturado con vidrio color o reflectivo, brinda control solar y disminuye el resplandor de la excesiva luminosidad.
- Un vidrio de 5 ó 6 mm de espesor tiene un..... **K= 5.7 W/m<sup>2</sup>K**
- Un DVH compuesto por dos vidrios separados entre sí por una cámara de aire de 12 mm tiene un .....**K = 2.80 W/m<sup>2</sup>K**
- Un DVH constituido con un vidrio común y el otro de baja emisividad (Low-E) tiene un .....**K= 1.80 W/m<sup>2</sup>K**

En invierno el buen aislamiento térmico de la superficie vidriada de una ventana disminuye significativamente la pérdida de calor de calefacción hacia el exterior frío, aumentando la sensación de confort.

En verano un DVH impide que calor del aire exterior ingrese al ambiente interior, más fresco. Sin embargo, para que el DVH sea eficiente en el período estival deberemos disminuir el calor solar que atraviesa el vidrio por radiación debido a su condición de material transparente.

Esto puede obtenerse empleando dispositivos de sombreado tales como persianas, aleros, parasoles, cortinas, etc. o bien reemplazando el vidrio incoloro exterior del DVH por un vidrio de control solar, coloreado en su masa y/o revestido con una capa reflectiva. Este tipo de vidrios no modifica el valor del coeficiente de aislación térmica K del DVH, pero sí mejora su capacidad para impedir el ingreso de los rayos solares. Dicha aptitud del vidrio se mide con el Factor Solar - FS y/o con el Coeficiente de Sombra - CS. Cuanto menor es su valor nominal, mayor es su capacidad de controlar el sol. Los vidrios de control solar también dejan pasar menos luz visible lo que permite disminuir las molestias de una luminosidad excesiva, en particular en vidriados de grandes superficies.

La siguiente tabla muestra los diferentes valores de coeficiente de conductividad de las distintas variantes de vidriado doble. Para la construcción de la VIVIENDA se proyecta inicialmente un DVH de **2.8 W/m<sup>2</sup>.K.** y un vidrio DVH con protección de persianas de **2,48 W/m<sup>2</sup>K**

Tipos de DVH	Coefficiente de Conductividad: K (W/m2k)
DVH 6/12/6	<b>2,8</b>
DVH 6/9/6	<b>3,00</b>
DVH 6/6/6	<b>3,20</b>
DVH LOW-E	<b>1,80</b>
DVH 6/12/6 + cortina	<b>2,48</b>

## Patología Higrotérmica en edificios<sup>12</sup>

La humedad es causa y efecto de numerosos procesos patológicos que afectan el confort de los usuarios, menoscaban el patrimonio edilicio y comprometen la salud de sus habitantes.

Considerados por su origen, en los edificios se detectan 5 tipos de humedad:

1. Humedad por infiltración de agua, a través de fisuras y grietas, juntas, etc. de la envolvente edilicia.
2. Humedad accidental, por rotura de tuberías por las que circula agua, sean éstas presurizadas, como las de provisión de agua sanitaria o de calefacción; o en las que el agua escurre por gravedad y se encuentra a la presión atmosférica normal, como es el caso de los desagües pluviales o cloacales.
3. Humedad de obra. La construcción tradicional de obra "húmeda" insume importantes cantidades de agua en su producción, una mínima proporción de la cual, queda incorporada en la obra como componente (por ejemplo la que se consume en el proceso de fragüe de los aglomerantes que se fijan por las transformaciones químicas de los mismos).

Otra importante proporción de agua, necesaria para la trabajabilidad de morteros y hormigones en el proceso de ejecución de la obra húmeda, debe ser evaporada al medio, lo que insume un tiempo que podría demandar muchos meses, dependiendo de la temperatura y humedad ambiente y de la estructura porosa de los materiales.

La evaporación es un cambio de fase del agua a temperatura ambiente por el efecto deshidratante del aire no saturado (tanto más ávido de agua cuanto menor sea su humedad relativa). La interfase agua-aire se presenta en la superficie exterior o en el interior de la masa del elemento constructivo.

4. Humedad de capilaridad. Es el resultado de un fenómeno físico complejo de penetración y desplazamiento de agua líquida, dentro de las redes capilares de un material poroso debido a: fuerzas electromoleculares, tensión superficial y presión atmosférica.

5. Humedad de condensación La humedad de condensación es un cambio de fase del vapor de agua contenido en el aire al estado de líquido. Esa transformación puede producirse en la superficie de un componente constructivo o en el interior del mismo (si éste es poroso como buena parte de los materiales de construcción).

<sup>12</sup> Azqueta Pablo, 2014 "Manual Práctico del Aislamiento Térmico en la construcción"

## b. Cálculo de la Condensación superficial e intersticial de la envolvente

### Datos sobre las CONDENSACIONES SUPERFICIALES E INTERSTICIALES

En los climas templados la condensación superficial de agua en los edificios es un fenómeno preponderantemente estacional, propio de las condiciones invernales pero, como resulta evidente, en los climas fríos el factor de riesgo se incrementa y el fenómeno puede manifestarse a lo largo de todo el año.

Tal situación se produce por un exceso de la presión de vapor interior  $P_{vi}$ , lo que incrementa la humedad relativa  $HR$  hasta la saturación del aire interior ( $HR = 100\%$ ) cuando se llega a la presión de vapor desaturación  $P_{vs}$ .

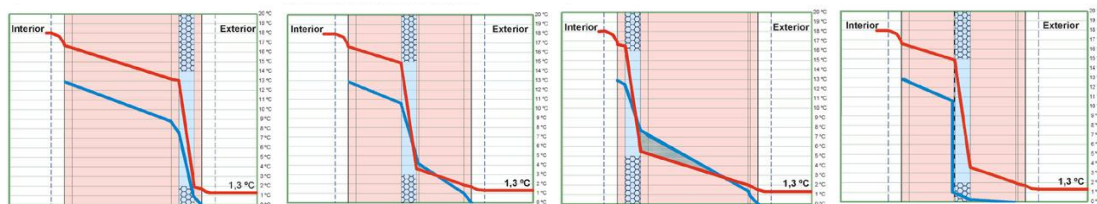
El incremento de la  $HR$  se debe a numerosos factores entre los que podemos mencionar algunos como los procesos de cocción de alimentos, las estufas de fuego abierto que utilizan distintos combustibles, sean estos sólidos, líquidos o gaseosos; el secado de ropa, los procesos metabólicos de los habitantes, la higiene personal, etc.

La ausencia de una adecuada ventilación es un factor concurrente fundamental ya que de producirse en la medida necesaria, las presiones de vapor interior y exterior se equilibran rápidamente reduciendo el riesgo de condensación.

La temperatura de las superficies interiores es otro factor de suma importancia ya que por motivos antes expuestos, la humedad relativa puede incrementarse también al reducirse la temperatura hasta que la misma alcance la temperatura de rocío.

La condensación de humedad superficial se producirá entonces en los lugares más fríos de las superficies interiores de un edificio que en general (pero no exclusivamente) se verifica en las caras interiores de la envolvente, debido a un insuficiente aislamiento térmico de la misma.

Las barreras o frenos de vapor pueden no ser necesarios para controlar los riesgos de condensación intersticial de acuerdo a donde se localice el aislante térmico (cuanto más al exterior esté mejor cumple su función y además define la "masa térmica" edilicia que, según sea el uso del edificio y las condiciones bioambientales, puede resultar beneficiosa).



Ejemplos gráficos de riesgo de condensación intersticial (diagramas de Glaser). La localización del aislante térmico y el uso adecuado de la barrera de vapor.

## Datos sobre los PUENTES TERMICOS

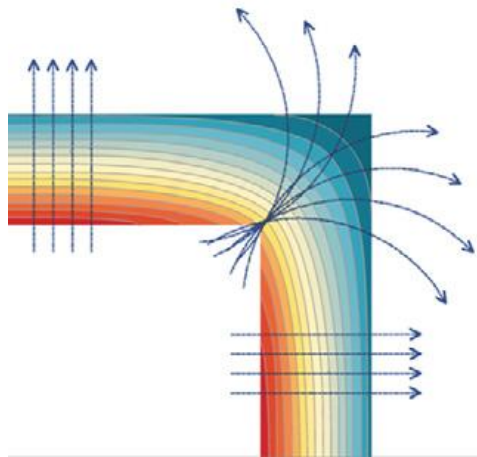
Es necesario en este trabajo verificar el riesgo de condensación de humedad con la presencia de puentes térmicos, tanto geométricos como constructivos, que provocan áreas de menor temperatura superficial interior que el resto de la envolvente.

El adecuado tratamiento en la resolución de los puentes térmicos es una indelegable responsabilidad del proyectista.

### PUENTE TERMICO GEOMETRICO

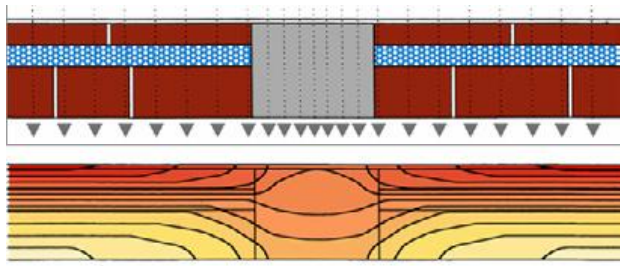
Las aristas interiores de la envolvente de los edificios son puentes térmicos geométricos por antonomasia. En ellas, en invierno, las temperaturas son en general inferiores a las de las áreas aledañas, por dos motivos:

Por un lado, el mayor rozamiento que el aire encuentra en diedros y triedros reducen su movilidad e impide la homogeneización de las temperaturas superficiales interiores. Por otro lado, un área más reducida en el interior, la de los ángulos, pierde calor hacia una mayor superficie envolvente



### PUENTE TERMICO CONSTRUCTIVO

Los puentes térmicos constructivos son sectores heterogéneos de la envolvente con transmitancias térmicas mayores a la del resto que en invierno van a estar más fría por su mayor pérdida térmica al exterior.



Cuando se produce una discontinuidad en los sistemas constructivos de la envolvente (por ejemplo un muro se ve interrumpido por una columna o viga

en contacto con el exterior), la densidad de flujo de calor en ese punto se eleva, aumenta la transmitancia térmica de ese sector y se produce un "puente de calor". En esos puntos las pérdidas de energía aumentan considerablemente. Además, al aumentar la transmitancia térmica, disminuye la temperatura superficial interior del cerramiento y se produce un "puente frío" que puede originar condensación o desarrollo de moho, por eso es muy importante evitarlos.

La norma IRAM 11605:1996 explica que "la transmitancia térmica correspondiente a un puente térmico no debe ser mayor al 50% del valor de la transmitancia térmica del muro opaco. En esta propuesta se recomienda en MUROS de construcción tradicional la utilización de un sistema externo de aislamiento tipo "EIFS" para ruptura de puente térmico.

En el caso de utilizar como opción constructiva un doble muro se recomienda diseñar la estructura (vigas o columnas) del lado interior del muro y recubrirlo con una capa de aislante térmico de 2 cm, sobrepasando una vez el ancho de la columna. No cortar el aislante.

En el caso del TECHO de losa de hormigón armado, se recomienda utilizar techo invertido para evitar contracciones y presencia de grietas, no cortar la aislación del techo por presencia de vigas. Y en el PISO, se recomienda verificar cuanta aislación se coloca para el abastecimiento de la losa radiante y en todo caso si es necesario reforzar dicha aislación.

#### ALGUNAS SUGERENCIAS DE SOLUCION.



## Datos sobre la BARRERA DE VAPOR.

Su función, consiste en reducir la presión parcial de vapor dentro de la pared o techo, en las partes en las que comienza a disminuir la temperatura. Se la define convencionalmente como "la capa de material que, generalmente de espesor pequeño, ofrece una alta resistencia al pasaje del vapor.

La efectividad de una barrera de vapor se reduce e incluso puede volverse perjudicial por una incorrecta ubicación o por defectos en su colocación

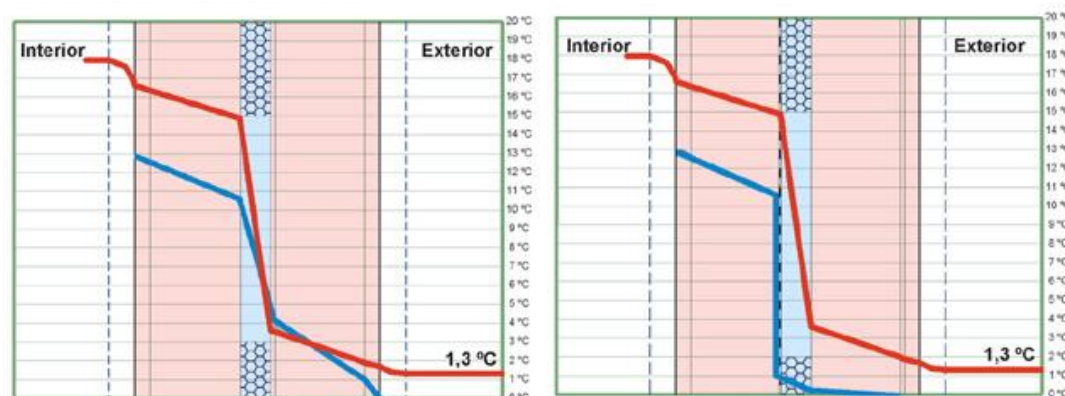
Es importante la realización de las juntas: se deben superponer las películas o mejor aún solaparlas. Las grietas o perforaciones reducen asimismo la efectividad de la barrera de vapor.

Sin embargo se recomienda considerar esta posibilidad y, de ser posible entonces deberán preverse los medios que permitan la salida del vapor que atraviesa dicha barrera.

La barrera de vapor se coloca en la cara caliente de la pared o en el lado caliente del aislante. De esta manera frena el vapor de agua en el lugar más adecuado e imposibilita que atraviese capas frías, evitando la condensación.

Al encontrarse con la barrera "caliente" el vapor no puede condensarse en ella. Situada en un lugar inadecuado, la barrera de vapor imposibilita por un lado la difusión de vapor, e impide la evaporación de la humedad del o los materiales componentes del elemento (muro o techo), facilitando la condensación del vapor sobre sus caras.

Ejemplo de aplicación de la barrera de vapor:



Sin barrera de vapor: No Verifica condensación intersticial.

Con barrera de vapor: Verifica condensación intersticial.

## Cubierta de Chapa

### VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.54	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	22.50	
Resistencia superficial interior	m <sup>2</sup> .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.19	
Temperatura de la superficie interna	°C	18.81	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	13.53	<b>NO CONDENSA</b>

### VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20.00		
x.Placa de yeso	19.28	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
x.Camara de aire	19.13	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
x.Machimbre	18.12	13.50	<b>NO CONDENSA</b>
x.Barrera de vapor 200 um	17.22	13.48	<b>NO CONDENSA</b>
x.EPS	17.22	3.59	<b>NO CONDENSA</b>
NA isover (Filtro Rolac Plata Cubierta	6.34	3.40	<b>NO CONDENSA</b>
x.Chapa	-2.21	-3.44	<b>NO CONDENSA</b>
0	-2.21	-3.81	<b>NO CONDENSA</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
Superficie exterior	-2.50	-3.81	<b>NO CONDENSA</b>
Aire exterior	-2.50		

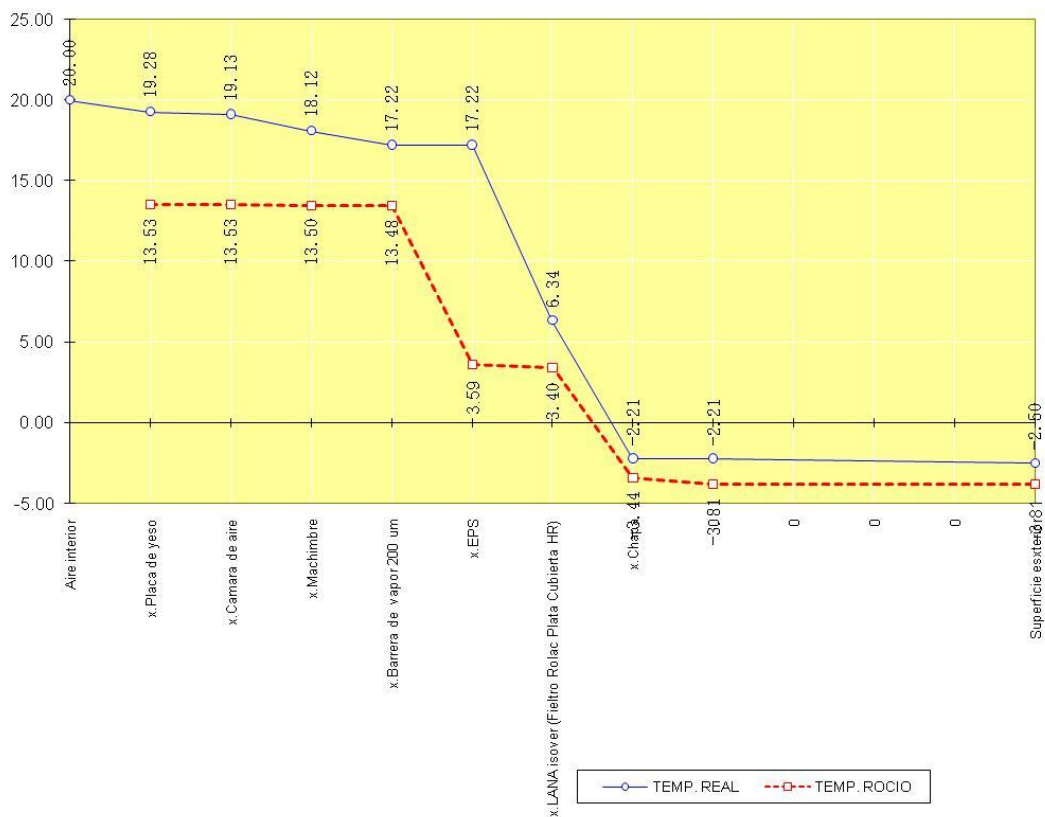


Imagen 24 : Cálculo de Condensación Superficial e Intersticial de la cubierta de chapa



## Cubierta LOSA

### VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.54	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	22.50	
Resistencia superficial interior	m <sup>2</sup> .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.36	
Temperatura de la superficie interna	°C	18.64	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	13.53	<b>NO CONDENSA</b>

### VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20.00		
x.Placa de yeso	19.18	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
x.Camara de aire	19.00	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
x.Losa llena	17.86	13.52	<b>NO CONDENSA</b>
x.Barrera de vapor 200 um	17.28	13.38	<b>NO CONDENSA</b>
x.EPS	17.27	-2.75	<b>NO CONDENSA</b>
x.Contrapiso	-1.33	-3.29	<b>NO CONDENSA</b>
x.Carpeta	-1.91	-3.66	<b>NO CONDENSA</b>
x. Pintura asfáltica	-2.12	-3.80	<b>NO CONDENSA</b>
0	-2.17	-3.81	<b>NO CONDENSA</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
Superficie exterior	-2.50	-3.80	<b>NO CONDENSA</b>
Aire exterior	-2.50		

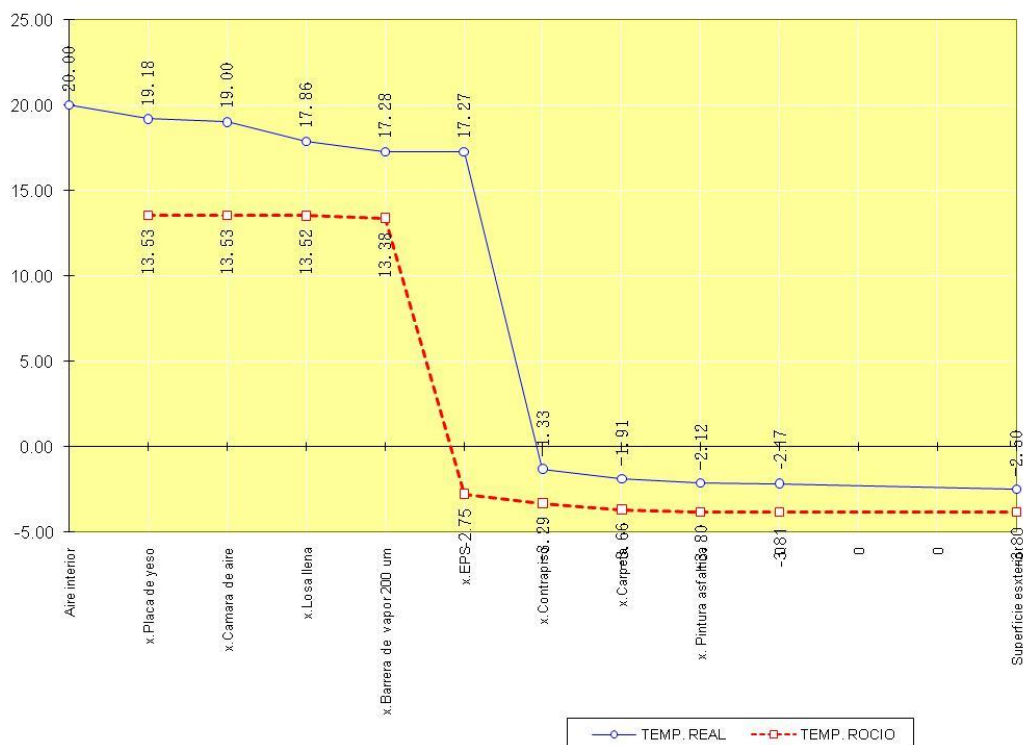


Imagen 25: Cálculo de Condensación Superficial e Intersticial de la cubierta de losa

## Techo Verde

### VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.54	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	22.50	
Resistencia superficial interior	m <sup>2</sup> .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.53	
Temperatura de la superficie interna	°C	18.47	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	13.53	<b>NO CONDENSA</b>

### VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20.00		
x.placa de yeso	19.07	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
x.loza de viguetas y forjados de EPS con 5cm	18.87	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
x.Doble film de PE de 200 um o foil de alur	13.86	13.24	<b>NO CONDENSA</b>
x.Placa EPS 20kg/m <sup>3</sup>	13.85	-2.55	<b>NO CONDENSA</b>
x.Contrapiso	-0.22	-2.90	<b>NO CONDENSA</b>
x.Carpeta	-0.68	-3.26	<b>NO CONDENSA</b>
x.Geotextil de 120 a 160 g/m <sup>2</sup>	-0.93	-3.39	<b>NO CONDENSA</b>
x. Canto rodado o losetas	-0.99	-3.40	<b>NO CONDENSA</b>
x.Tierra	-1.63	-3.40	<b>NO CONDENSA</b>
0	-2.13	-3.81	<b>NO CONDENSA</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
Superficie exterior	-2.50	-3.40	<b>NO CONDENSA</b>
Aire exterior	-2.50		

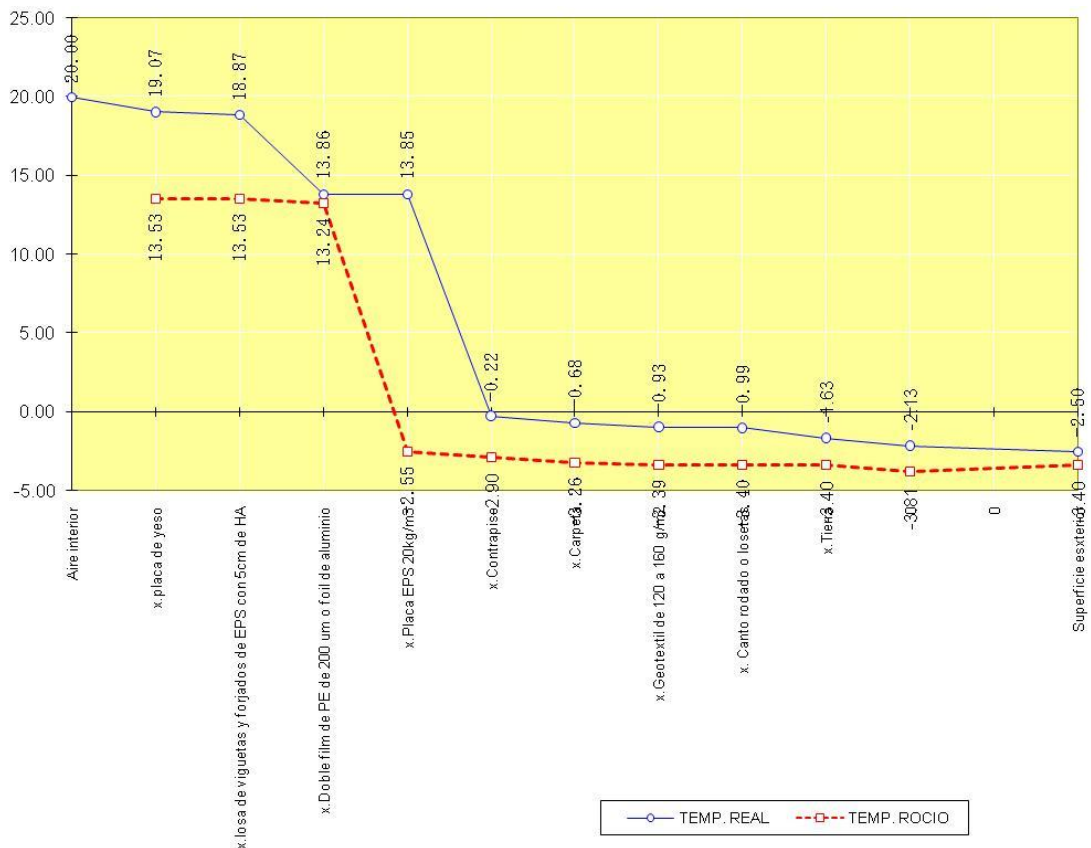


Imagen 26: Cálculo de Condensación Superficial e Intersticial del techo verde

## Muro exterior

### VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.54	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	22.50	
Resistencia superficial interior	m <sup>2</sup> .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.85	
Temperatura de la superficie interna	°C	18.15	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	13.53	<b>NO CONDENSA</b>

### VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20.00		
Revoque fino interior	18.56	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
Revoque cementicio grueso interior	18.44	13.33	<b>NO CONDENSA</b>
Ladrillo cerámico 18x18x33	18.26	12.64	<b>NO CONDENSA</b>
Revoque cementicio grueso	13.26	8.23	<b>NO CONDENSA</b>
Base coat	13.08	7.21	<b>NO CONDENSA</b>
Placa de Poliestireno expandido EPS 15i	13.03	6.49	<b>NO CONDENSA</b>
Base y finish coat	-1.99	-2.21	<b>NO CONDENSA</b>
0	-2.06	-3.81	<b>NO CONDENSA</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
Superficie exterior	-2.50	-3.81	<b>NO CONDENSA</b>
Aire exterior	-2.50		

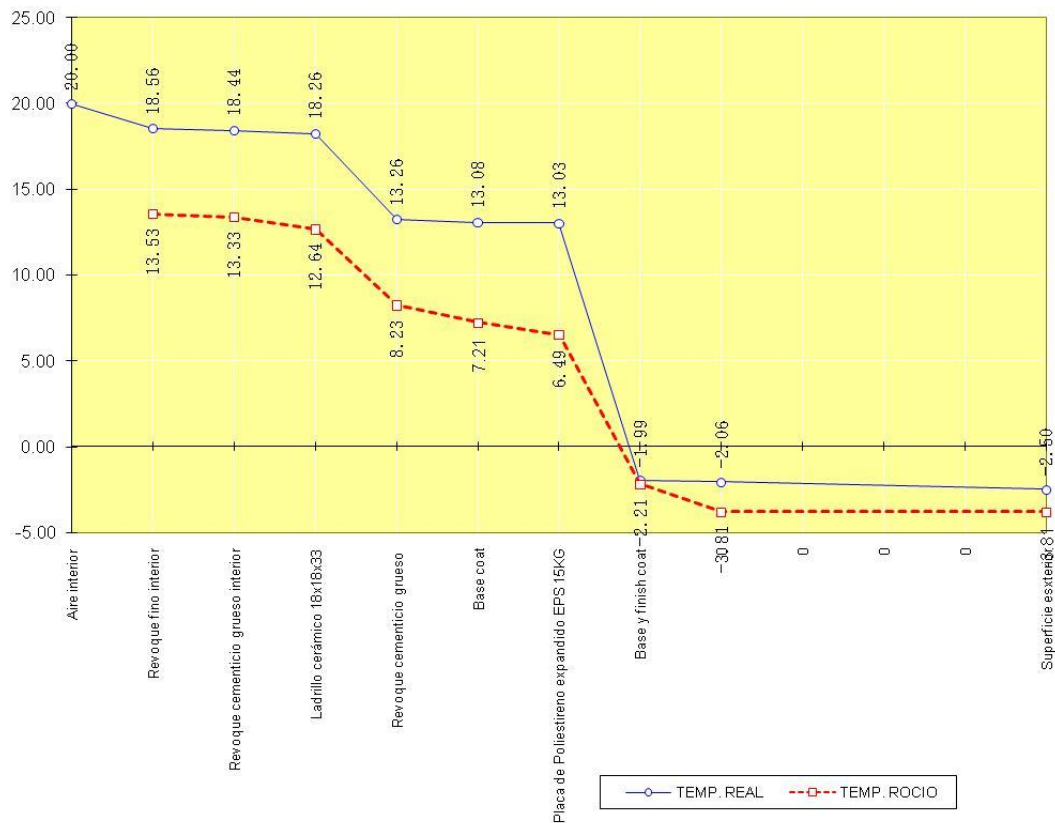


Imagen 27: Cálculo de Condensación Superficial e Intersticial del muro exterior

## Entrepiso

### VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1.54	
Presión de vapor exterior	kPa	0.45	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	22.50	
Resistencia superficial interior	m <sup>2</sup> .K/W	0.17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1.51	
Temperatura de la superficie interna	°C	18.49	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	13.53	<b>NO CONDENSA</b>

### VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20.00		
x_Piso cerámico	18.49	13.53	<b>NO CONDENSA</b>
x_Mezcla Adhesiva cementicia	18.33	13.38	<b>NO CONDENSA</b>
x_Carpeta niveladora	18.27	13.37	<b>NO CONDENSA</b>
x_Contrapiso de Cascote	18.03	13.32	<b>NO CONDENSA</b>
x_Film de PE de 200 um	17.60	13.16	<b>NO CONDENSA</b>
x_Placa de Poliestireno Expandido	17.59	-2.61	<b>NO CONDENSA</b>
x_Losa de viguetas y forjados de EPS con 5cr	4.11	-2.96	<b>NO CONDENSA</b>
x_Camara de aire	-0.70	-3.76	<b>NO CONDENSA</b>
x_Placa de yeso	-1.94	-3.80	<b>NO CONDENSA</b>
0	-2.14	-3.81	<b>NO CONDENSA</b>
0	#N/A	#N/A	<b>#N/A</b>
Superficie exterior	-2.50	-3.76	<b>NO CONDENSA</b>
Aire exterior	-2.50		

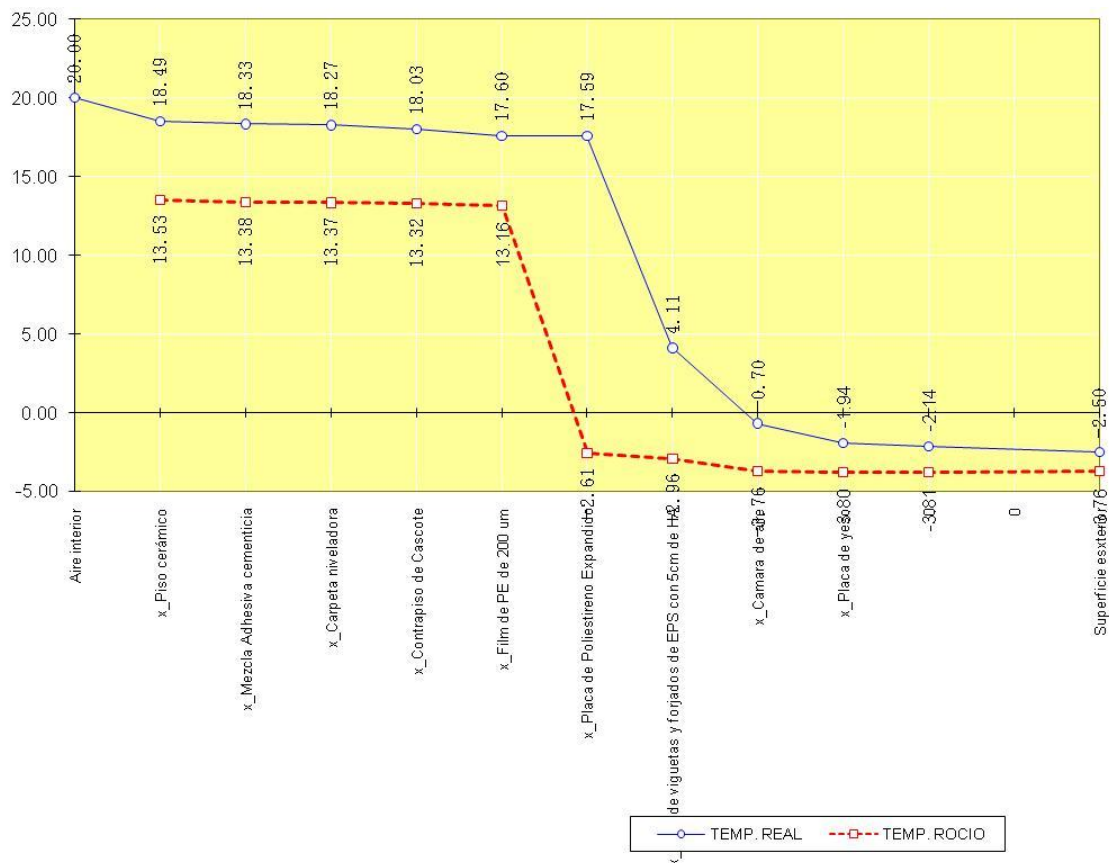


Imagen 28: Cálculo de Condensación Superficial e Intersticial del entrepiso

Para el cálculo de la Condensación superficial e intersticial de los detalles constructivos se utilizó el programa de G. Gonzalo, 1997 y Norma IRAM.

### c. Cálculo del coeficiente volumétrico de pérdidas de calor de la vivienda (Gcal.)

Se calculó el G (coeficiente de pérdidas volumétricas. W/m<sup>3</sup>K), tomando los valores de Kcal de toda la envolvente.

Planilla de verificación del coeficiente G admisible según Norma IRAM 11604.

Planilla de Calculo	Norma IRAM 11.604			
Edificio	CASA BARRIO ANGOSTO			
Envolvente			Grados Días	1678
Superficie y volumen calefacionada	Sup piso m <sup>2</sup>	m2 PA	Altura, m	Volumen
	76.75	84.5	2.4	387

#### CERRAMIENTOS OPACOS EXTERIORES (muros, techos, entresijos sobre espacios exteriores)

Elemento	Superficie S m2	Transmit K W/m2K	S.K W/K
Muro	175.77	0.49	86.1273
Techo	39.8	0.413	16.4374
Techo2.chapa	84.4	0.319	26.9236
Techo3.losa	17.8	0.364	6.4792
m2 Total	317.77	TOTAL	<b>135.9675</b>

#### CERRAMIENTOS NO OPACOS EXTERIORES (ventanas)

Elemento	S m2	N	K W/m2K	S.y.K W/K
Vidrio doble + cortina de enrollar	50.42	1	2.48	124.7895
Vidrio doble	22.73	1	2.8	63.644
m2 Total	73.15	TOTAL	<b>188.4335</b>	

#### OTROS CERRAMIENTOS (entresijos s/sotanos, muros que separan de locales no calefacionados)

Elemento	S m2	N	K W/m2K	S.y.K W/K
Entrepiso	42	1	0.396	16.632
m2 Total		TOTAL	<b>16.632</b>	

#### PISO EN CONTACTO CON EL TERRENO

Zona Bioambiental III	Templado	Perimetro	Pp	Perdida P
Tipo de aislación	Todo	86	0.93	<b>79.98</b>

PERDIDAS POR TRANSMISIÓN	TOTAL	421.013
PERDIDAS VOLUMETRICAS	TOTAL / Vol	<b>1.09</b>

PERDIDAS VOLUMÉTRICAS POR INFILTRACIÓN DE AIRE	n	Perdida n
	1	<b>0.35</b>

PERDIDA VOLUMETICA GLOBAL (según cálculo)	<b>1.44</b>
PERDIDA VOLUMETICA GLOBAL (máximo admisible)	<b>1.50</b>
CUMPLIMIENTO Norma IRAM 11.604	<b>Cumple</b>

Elementos	perdidas	%
Elementos opacos	135.97	24.4%
Elementos no opacos	188.43	33.9%
Otros cerramientos	16.63	3.0%
Piso	79.98	14.4%
Ventilación	135.45	24.3%
<b>TOTAL</b>	<b>556.46</b>	<b>100%</b>

Analisis de  
pérdidas

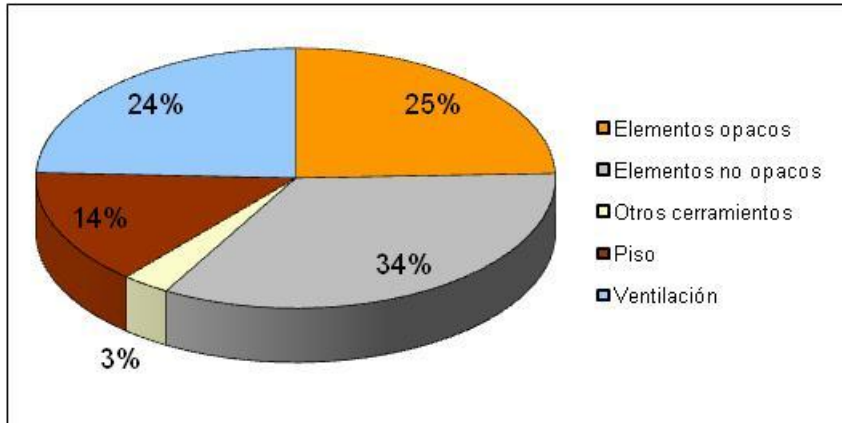


Imagen 29. Porcentajes de pérdidas de la envolvente

### CALCULO NUMERO RENOVACIONES DE AIRE

La fórmula para el cálculo de n es:

$$n = \sum 0,0464 l_i \times q_i [0,516 (c_i \times v_i)^2]^{-0,67} / V$$

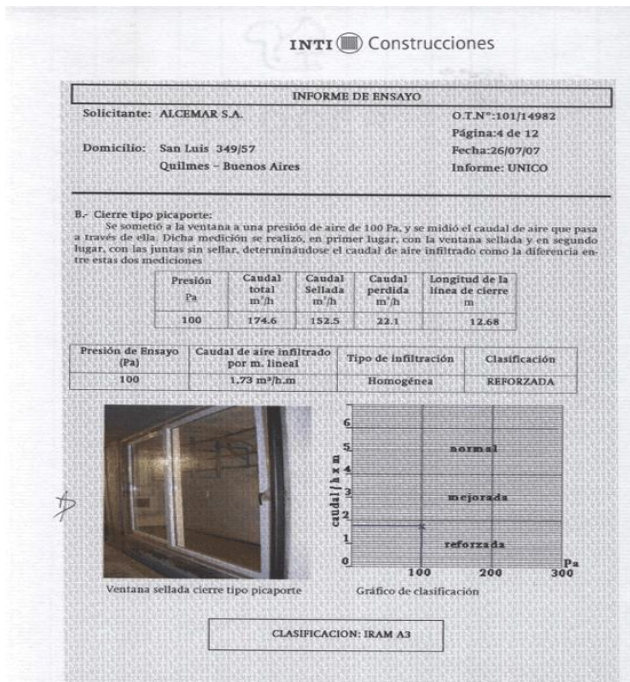


Imagen 30. Informe de referencia (INTI) del caudal de aire de carpinterías de aluminio.

**Para este desarrollo se utilizó carpintería de PVC.** Teniendo como referencia el cálculo de infiltraciones de carpinterías de Aluminio, a partir del informe del INTI, las renovaciones de aire bajan en relación a lo establecido por la Norma IRAM (n=2). Por lo tanto Para el caso de carpinterías de PVC, con mayor estanqueidad y menos infiltraciones que las carpinterías de aluminio, se toma la mitad de renovaciones de aire para el cálculo (n=1). Se establece este promedio debido a la falta de informe técnico avalado por el INTI de este tipo de carpinterías, donde establezca cual es el caudal de aire para cada tipo de carpintería de PVC.

#### **d. Cálculo Carga térmica de calefacción (Q)**

Tomando el diseño de la envolvente cumpliendo con los valores máximos admisibles establecidos por la Norma Iram y el Gcal (coeficiente volumétricos de pérdidas) verificando con el Gadm., se obtiene la demanda energética anual para calefaccionar toda la vivienda. La demanda total de energía es de **22.442,78 kwh/año**. Teniendo en cuenta que la superficie total habitable de la vivienda es de **161.25 m<sup>2</sup>**, se obtiene el consumo energético por m<sup>2</sup> de **139,18 kwh/m<sup>2</sup>/año**.

**Q: 24 x GD x G x Volum. = 22.442,78 kwh/año**

**1000**

## e. Certificación Energética. Etiquetado Energético

Norma IRAM 11.900. "Etiquetado de eficiencia energética de calefacción para edificios". Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente.

ETIQUETADO ENERGÉTICO DE EDIFICIOS (Proyecto IRAM 11900)							
Ubicación							
Provincia	Localidad	Latitud	Tint [°C]	TDMN [°C]	Zona Bioam		
BsAs	La Plata	-35	20	2.4	IIIb		
Techos							
Dt = Tint - TMND + 8 °C y $\tau_i = 0,13 \cdot K_i \cdot Dt \cdot P\%$							
Elemento	Descripción	Superficie m2	Ki W/m2K	$\Delta t$ °C	$\tau_i$ °C	$\tau_i$ techos °C	Kp W/m2K
1	Techo verde	39.8	0.41	25.60	1.37	0.13	0.04
2	Techo chapa	84.4	0.32	25.60	1.06	0.21	0.06
3	Techo Losa	17.8	0.32	25.60	1.06	0.04	0.01
4				25.60	0.00	0.00	0.00
5				25.60	0.00	0.00	0.00
6				25.60	0.00	0.00	0.00
7				25.60	0.00	0.00	0.00
8				25.60	0.00	0.00	0.00
		Total	142			$\tau$ techos	0.38
Muros, piso, ventana y puerta en contacto con aire exterior							
Dt = Tint - TMND y $\tau_i = 0,13 \cdot K_i \cdot Dt \cdot P\%$							
Elemento	Descripción	Superficie m2	Ki W/m2K	$\Delta t$ °C	$\tau_i$ °C	$\tau_i$ exp °C	Kp W/m2K
1	Cerramiento PVC con DVH	22.73	2.80	17.60	6.41	0.34	0.15
2	Cerramiento PVC con DVH + cortina	50.42	2.48	17.60	5.67	0.66	0.29
3	Muro ladrillo del 18 + EIFS	175.77	0.49	17.60	1.12	0.46	0.20
4	Entrepiso	42	0.40	17.60	0.91	0.09	0.04
5				17.60	0.00	0.00	0.00
6				17.60	0.00	0.00	0.00
7				17.60	0.00	0.00	0.00
		Total	290.92			$\tau$ cerr exp	1.54
Muros, piso, y otros en contacto con ambientes no calefaccionados							
Dt = (Tint - TMND)/2 y $\tau_i = 0,13 \cdot K_i \cdot Dt \cdot P\%$							
Elemento	Descripción	Superficie m2	Ki W/m2K	$\Delta t$ °C	$\tau_i$ °C	$\tau_i$ exp °C	Kp W/m2K
1		0	0.00	8.80	0.00	0.00	0.00
2				8.80	0.00	0.00	0.00
3				8.80	0.00	0.00	0.00
4				8.80	0.00	0.00	0.00
		Total	0			$\tau$ cerr prot	0.00
<b>Superficie envolvente total</b>		<b>432.92 m2</b>			$\tau$ medio ponderado	1.92 °C	
<b>Superficie cubierta total</b>		<b>161.25 m2</b>			K medio ponderado	0.79 W/m2.K	



## Energía de calefacción

Envoltente  
Edilicia

Más eficiente



Menos eficiente

$t_m$	[°C]	1.92
$K_m$	[w/m2.K]	0.79
Temperatura de diseño mínima exterior según IRAM 11603 en °C		2.4
Temperatura de diseño interior en °C		20
Superficie cubierta en m2		161.25
Certificado N°		
Fecha evaluación		
Fecha emisión certificado		

**IRAM 11900**

Etiqueta	Condicion
A	$t_m = 1\text{ °C}$
B	$1\text{ °C} < t_m = 1,5\text{ °C}$
C	$1,5\text{ °C} < t_m = 2\text{ °C}$
D	$2\text{ °C} < t_m = 2,5\text{ °C}$
E	$2,5\text{ °C} < t_m = 3\text{ °C}$
F	$3\text{ °C} < t_m = 3,5\text{ °C}$
G	$3,5\text{ °C} < t_m = 4\text{ °C}$
H	$t_m > 4\text{ °C}$

## 6. SIMULACIÓN Y ANÁLISIS ENERGÉTICO. EnergyPlus

### a. Situación del Proyecto con DAC. ETAPA1

Esta etapa se ha concebido para ayudar a predecir el comportamiento térmico de la vivienda, ante situaciones climáticas reales, estimando el gasto energético necesario para mantener condiciones de confort aceptables.

Los programas de simulación dinámica permiten realizar modelos virtuales de los edificios, incluyendo los parámetros que mayor influencia tienen sobre su desempeño energético: la composición de los cerramientos, puertas y ventanas, las actividades y condiciones de uso, los sistemas de iluminación artificial y los equipos de climatización mecánica y demás, en base en los modelos virtuales se realizan diversos procesos de cálculo y simulación, a partir de los cuales es posible conocer con detalle:

- El desempeño de los edificios en modo pasivo donde se calculan las temperaturas interiores y los niveles de confort durante las diferentes estaciones del año.
- El desempeño de los edificios en modo activo, con sistemas de climatización mecánica. Cuando debido a las características climáticas del sitio y/o a las condiciones de uso de los edificios, no es posible lograr el confort durante todo el año sólo con recursos pasivos, entonces los análisis se orientan a establecer los criterios de diseño y constructivos que permitan reducir al mínimo el uso de sistemas de climatización mecánica y la información obtenida se enfoca en dos aspectos:
  - La capacidad requerida de los sistemas de climatización artificial (refrigeración y/o calefacción).

ENERGY PLUS calcula el comportamiento térmico transitorio de un edificio en base a los datos climáticos, uso, materiales, geometría, equipamiento, etc.

El propósito del análisis energético es realizar un cálculo estimativo del consumo total de energía en un periodo de tiempo determinado de los edificios para adoptar alternativas eficientes desde el punto de vista energético.

El análisis energético toma en consideración una extensa variedad de factores relacionados con el diseño, incluidos los siguientes:

- Localización del edificio.
- Orientación y distribución interior.
- Características arquitectónicas.
- Tipos de materiales para muros, interiores, pisos y techo.
- Intercambio energético debido a la ventilación.
- Calor generado por los habitantes de un edificio.

## Condiciones iniciales

Se presentan las condiciones iniciales adoptadas en el modelo de simulación térmica de la vivienda ubicada en LA PLATA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

## Modelo simulado

Para poder evaluar las mejoras en las cargas térmicas de calefacción y refrigeración, se analiza el caso más general, en donde se establecen todas las zonas térmicas según los planos, para poder verificar el comportamiento de cada local y como actúan en conjunto

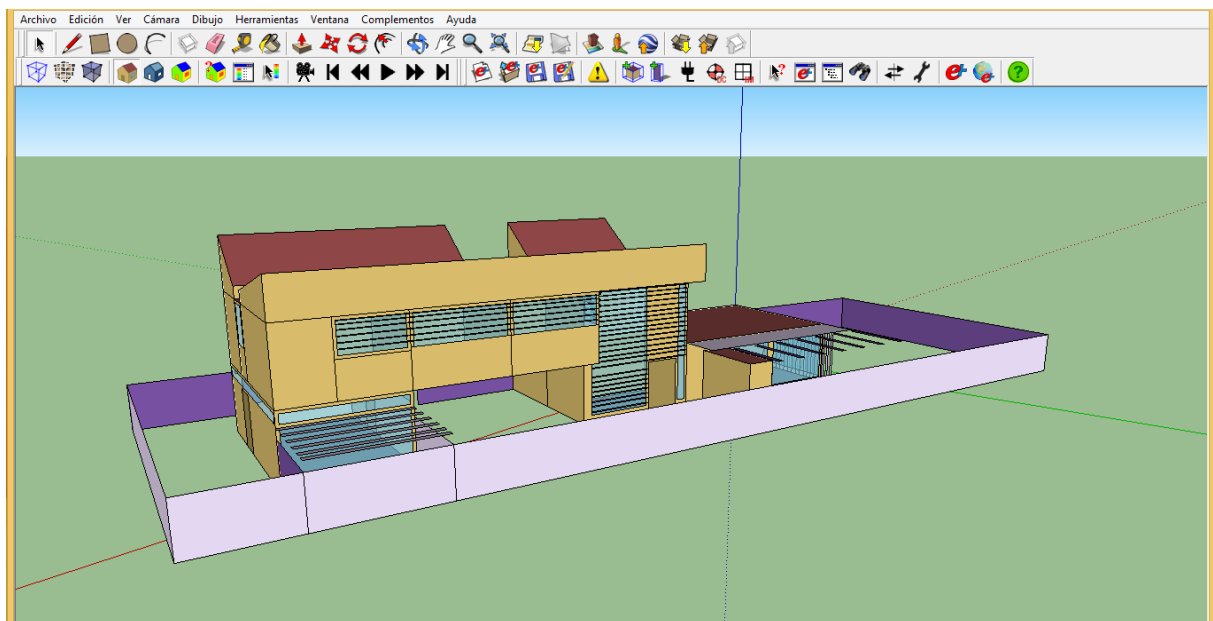
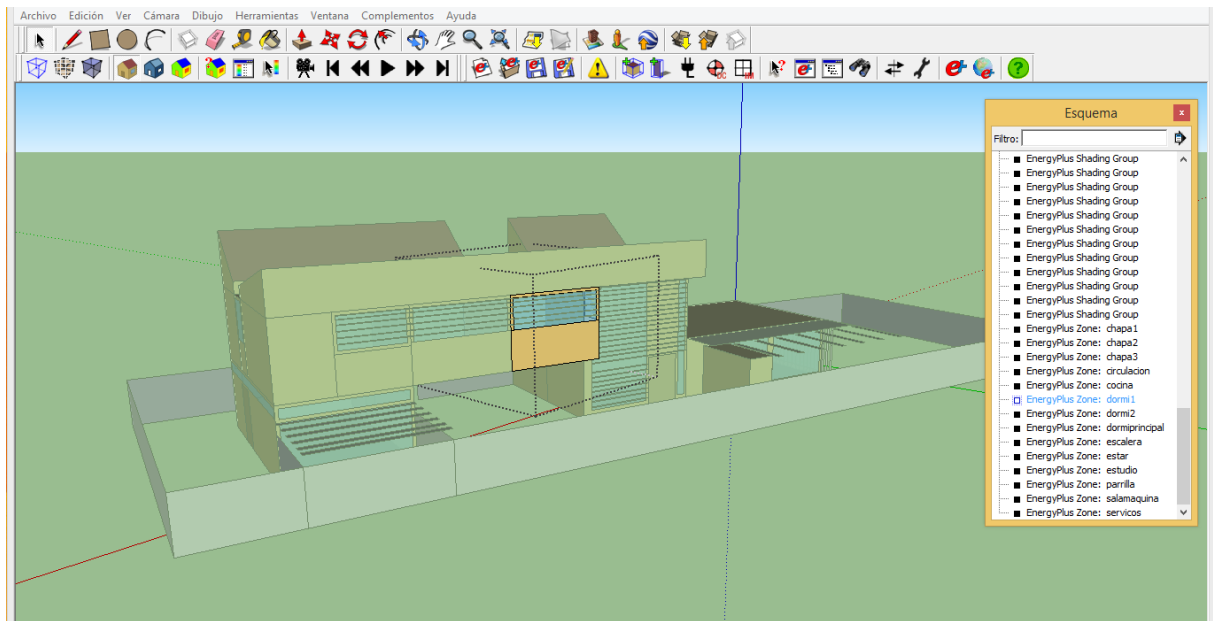


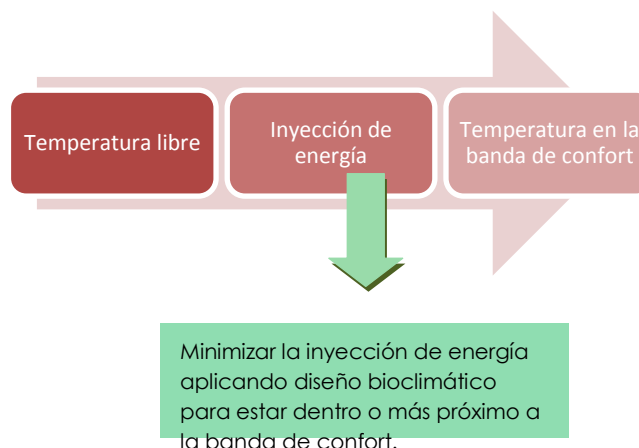
Imagen 31. Modelización de la vivienda en diferentes zonas térmicas (Energy plus-Open Studio)

## Metodología de la simulación

- 1.1.1. Control de la simulación
- 1.1.2. Condiciones del edificio: el nombre; la orientación con respecto al norte (18°); su ubicación (suburbano), etc.
- 1.1.3. Algoritmo balance de calor: Diferencias finitas; límite superior de temperatura de superficie.
- 1.1.4. Localización: La Plata ( Latitud: -34,82 / Longitud: -58,53 / Zona Horaria: -3 / Elevación : 20)
- 1.1.5. Período de corrida de la simulación: desde el 1/01 al 31/12 (anual)
- 1.1.6. Sitio: temperatura del suelo: 18°C todos los meses del año
- 1.1.7. Sitio: reflectancia del suelo: 0,3
- 1.1.8. Materiales: Se tomaron los materiales propuestos, dividiendolos en materiales másicos, no másicos, y materiales de la ventana-vidriado.
- 1.1.9. Construcción: Una vez especificado cada capa (cada material) se realiza los sistemas constructivos (muro – cubierta-entrepiso..) combinado los materiales cargados anteriormente
- 1.1.10. Superficie de ventanas: detalles
- 1.1.11. Propiedades de la ventana: marcos y divisores
- 1.1.12. Sombras del edificio.
- 1.1.13. Zonas de Infiltraciones. Movimiento de Aire: se establece para cada zona térmica las renovaciones de aire que tiene por hora.
- 1.1.14. Termostato – Se aplica una temperatura de Confort Higrotérmico interior entre 20°C-25°C, para calcular cuanta energía se necesita inyecta en la vivienda para estar entre dichos valores.
- 1.1.15. Salida: variable: Temp. Media Interior, Carga Térmica para calefaccionar, Carga Térmica para Refrigerar cada local.

## Resultados de la simulación. Resultados Energy Plus

El objetivo de la simulación, es poder determinar la variación de la temperatura si no inyectamos energía, al ser un modelo optimizado, aplicando aislaciones y sombreados de esta manera minimizar la energía inyectada para poder caer dentro de la Banda de Confort, siguiendo la lógica del siguiente esquema.



## Gráficos de resultados de la simulación con Energy Plus

A continuación se desarrollan diferentes gráficos, donde se puede observar la **Temperatura Media Interior** y la **Carga térmica por Calefacción y para Refrigeración** por hora anualmente para cada zona térmica, verificando el aumento y concentración de la carga en los meses de invierno para calefacción y en los meses de verano para refrigeración.

Se puede observar en los gráficos a continuación cual es la energía necesaria para llegar al Confort de toda la vivienda, el cual se basa en los factores climáticos exteriores.

Cuando hablamos de Confort Higrotérmico, nos referimos al bienestar de cada individuo dentro de ese espacio, donde diferentes factores y parámetros intervienen, como los factores ambientales exteriores; los factores personales; los parámetros ambientales interiores de cada local; y los parámetros arquitectónicos y de diseño.

Al aplicar energía, la temperatura fluctúa entre 20°C y 25°C, dando como resultado las siguientes variaciones de acuerdo a la zona térmica analizada, y la cantidad de energía que se inyecta en cada local.

### Estar

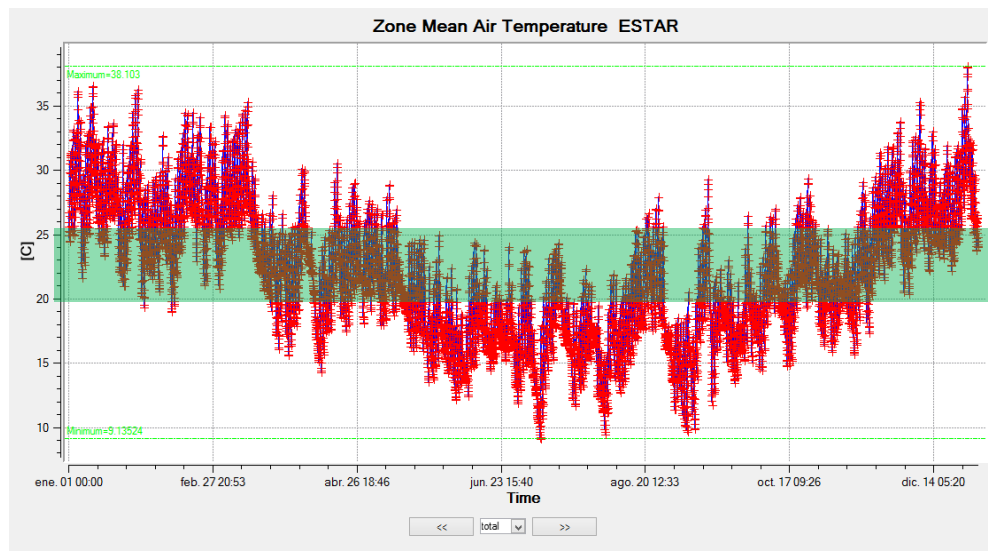


Gráfico 11. Temperatura Media anual. ESTAR

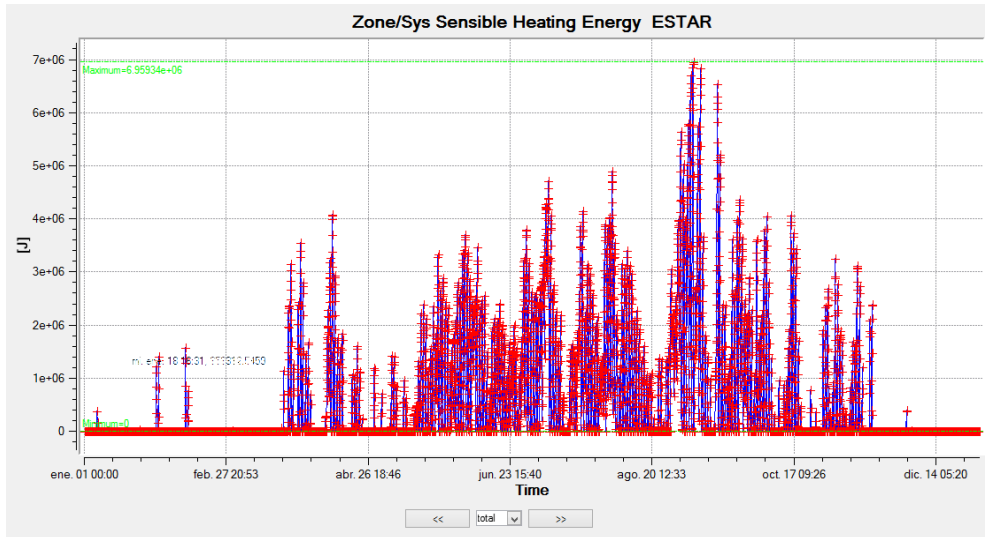


Gráfico 12. Carga térmica de calefacción anual. ESTAR

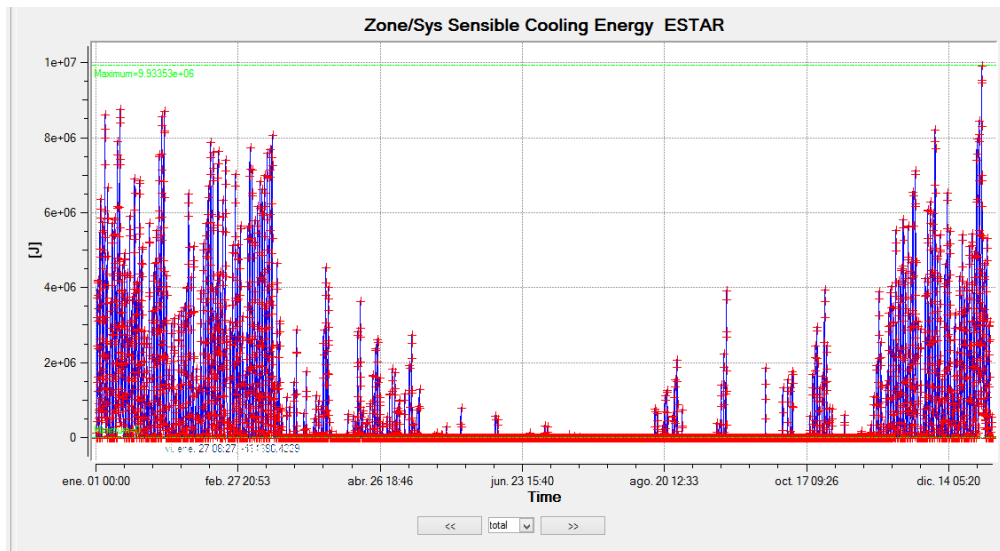


Gráfico 13. Carga térmica de refrigeración anual. ESTAR

## Escalera

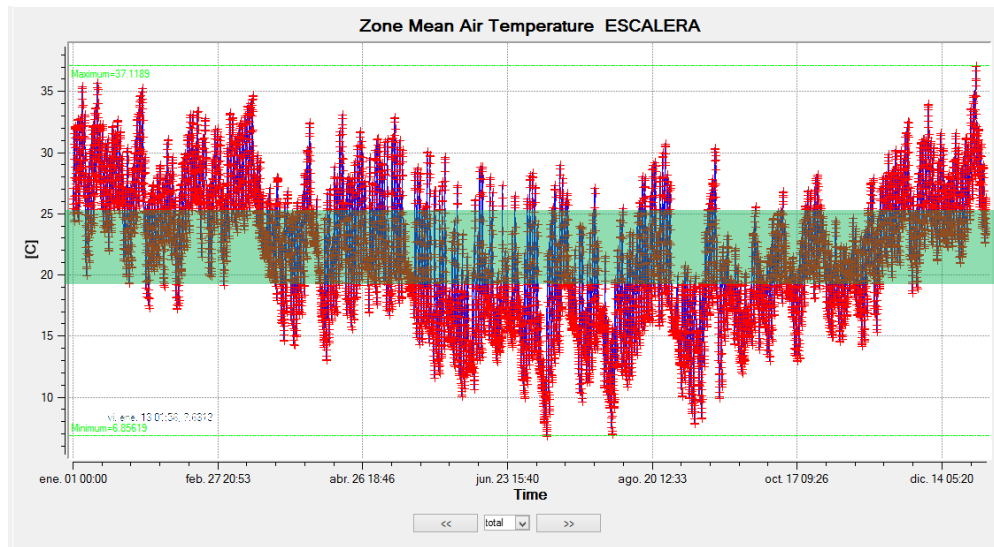


Gráfico 14. Temperatura Media anual. ESCALERA

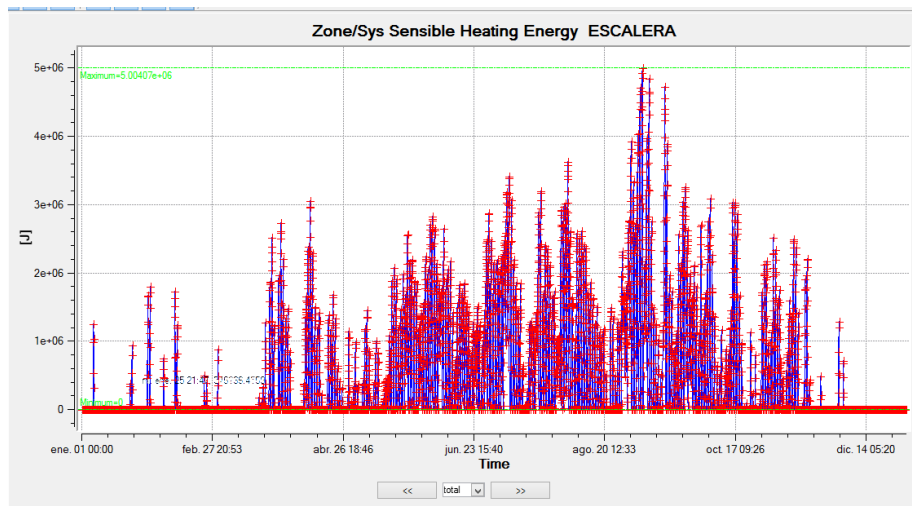


Gráfico 15. Carga térmica de calefacción anual. ESCALERA

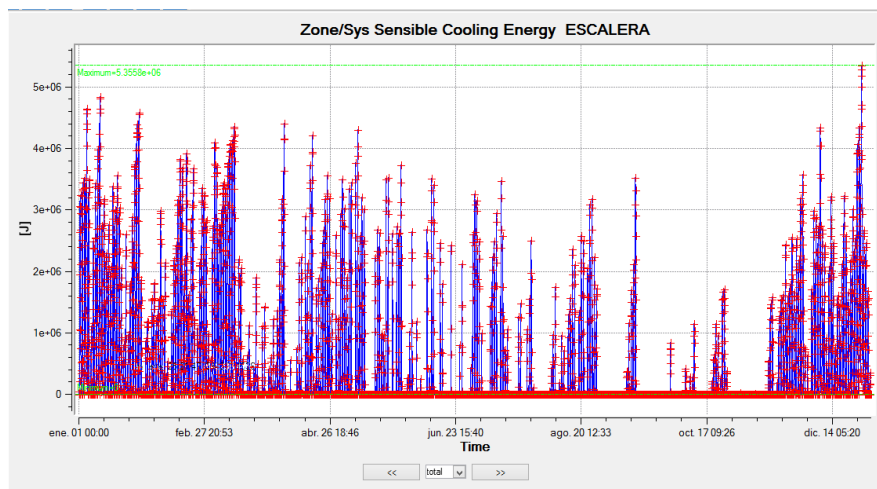


Gráfico 16. Carga térmica de refrigeración anual. ESCALERA

## Circulación

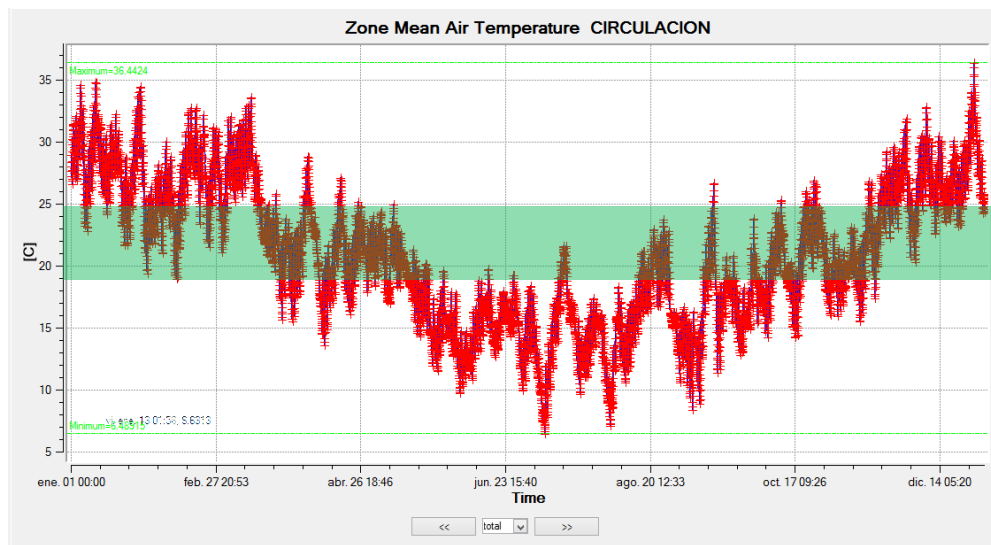


Gráfico 17. Temperatura Media anual. CIRCULACIÓN

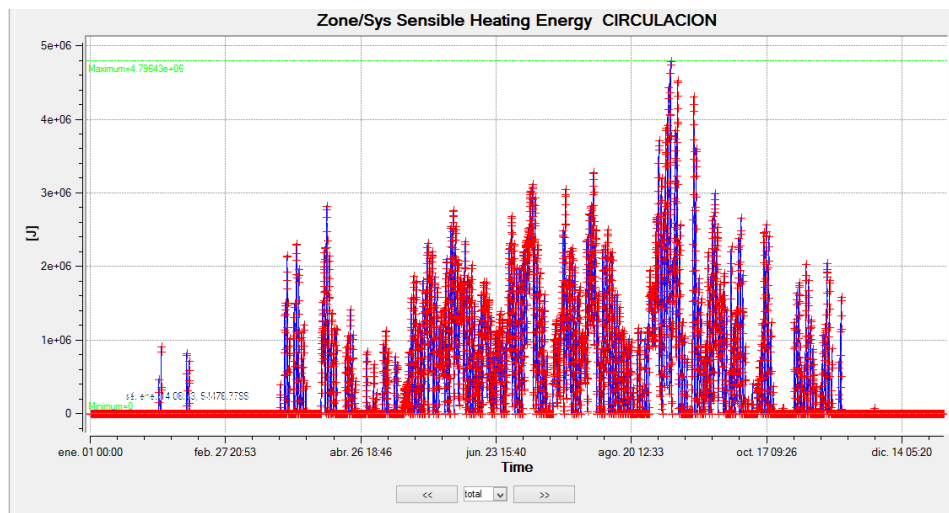


Gráfico 18. Carga térmica de calefacción anual. CIRCULACIÓN

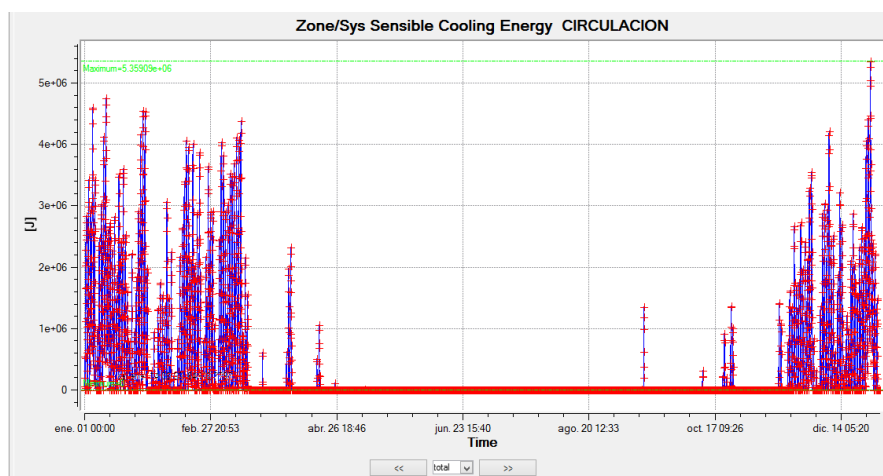


Gráfico 19. Carga térmica de refrigeración anual. CIRCULACIÓN



## Dormitorio1

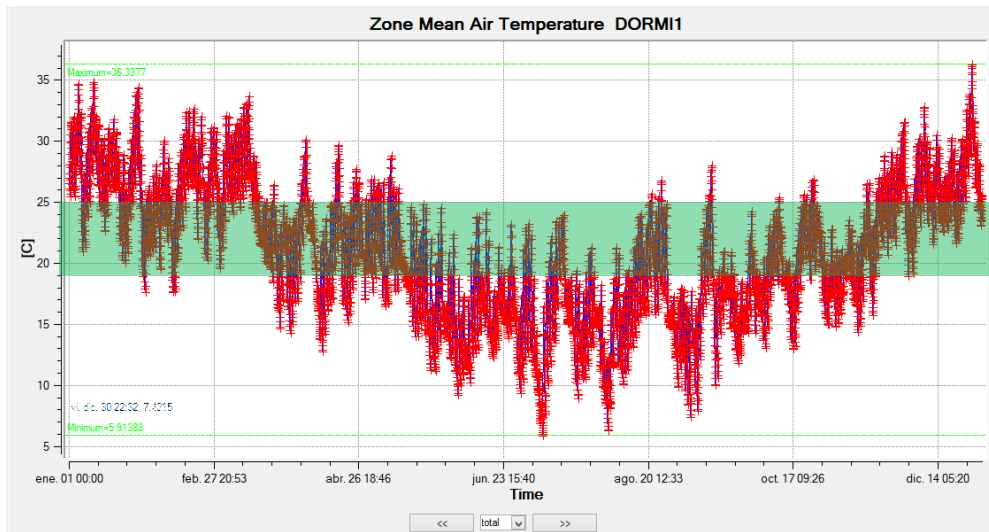


Gráfico 20. Temperatura Media anual. DORMITORIO1

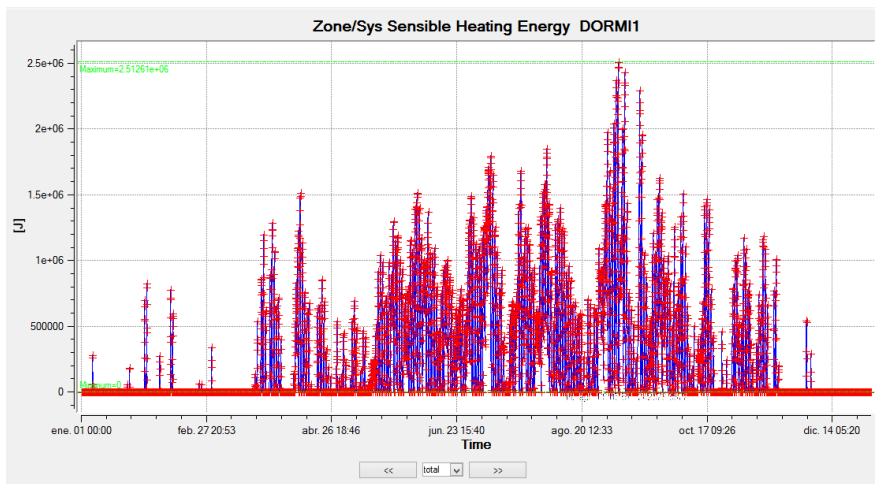


Gráfico 21. Carga térmica de calefacción anual. DORMITORIO1

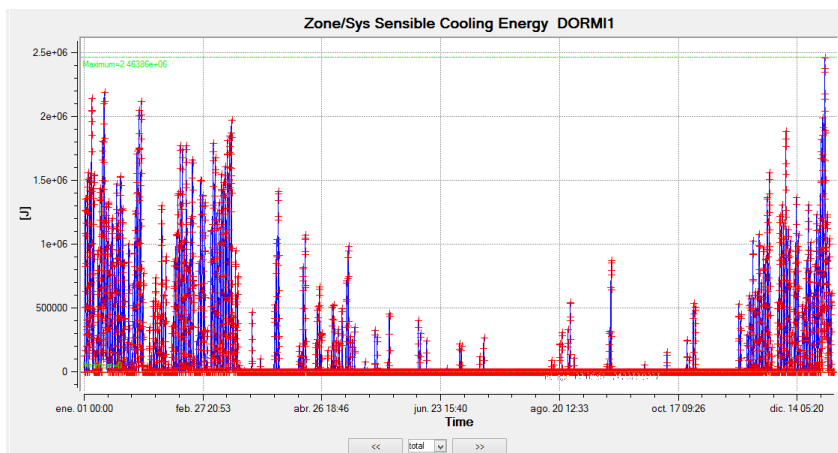


Gráfico 22. Carga térmica de refrigeración anual. DORMITORIO1

## Dormitorio2

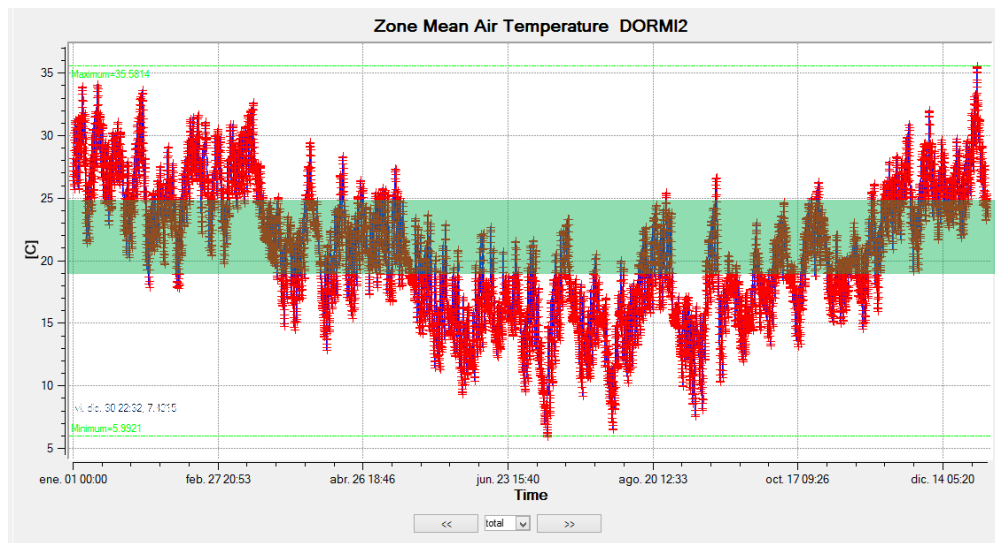


Gráfico 23. Temperatura Media anual. DORMITORIO2

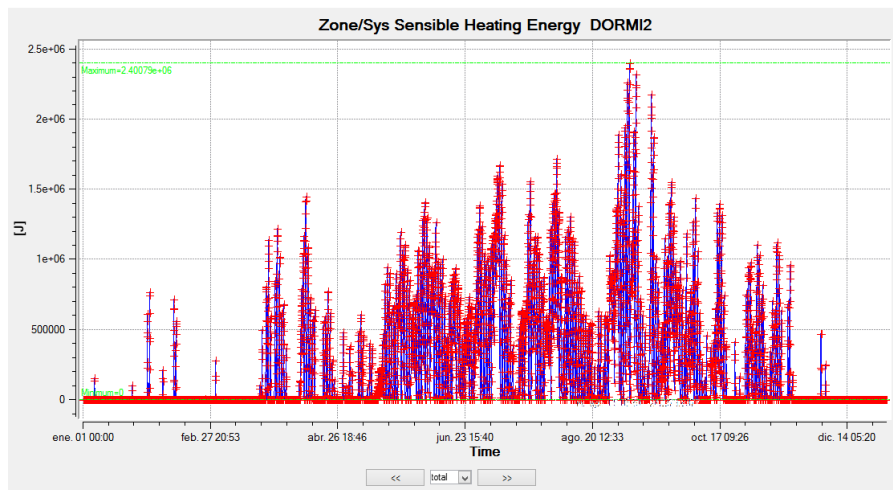


Gráfico 24. Carga térmica de calefacción anual. DORMITORIO2

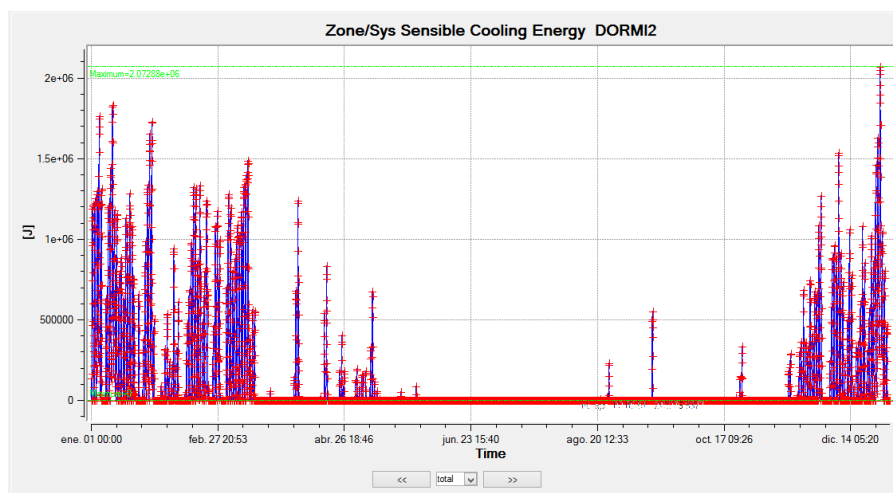


Gráfico 25. Carga térmica de refrigeración anual. DORMITORIO2

## Dormitorio Principal

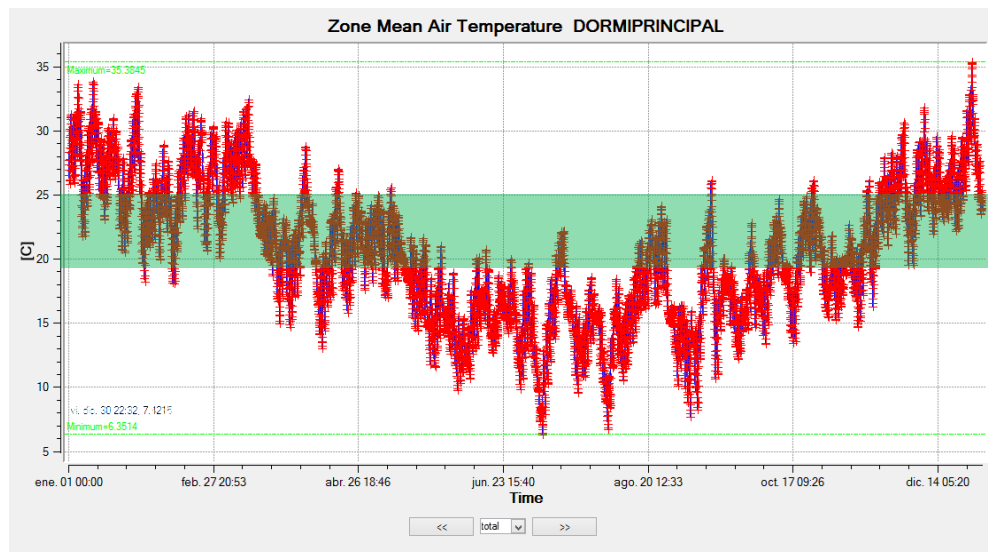


Gráfico 26. Temperatura Media anual. DORMITORIO PRINCIPAL

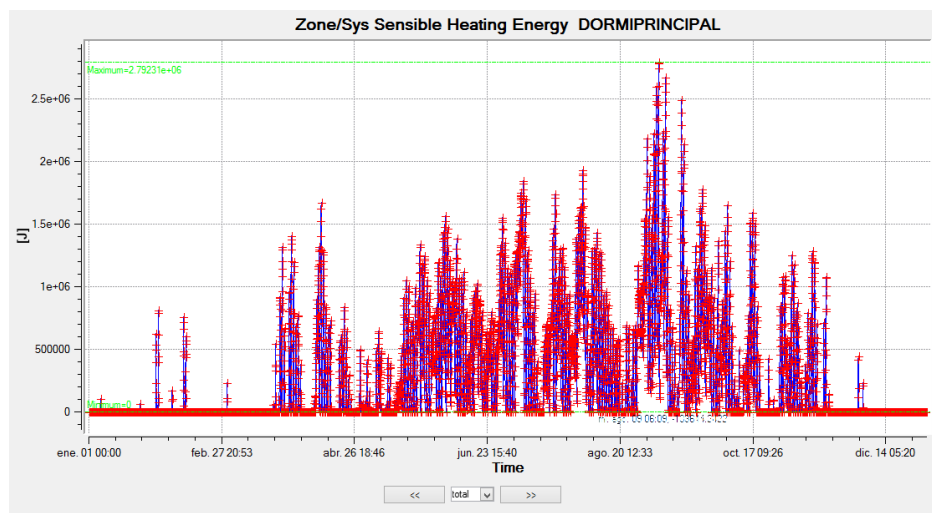


Gráfico 27. Carga térmica de calefacción anual. DORMITORIO PRINCIPAL

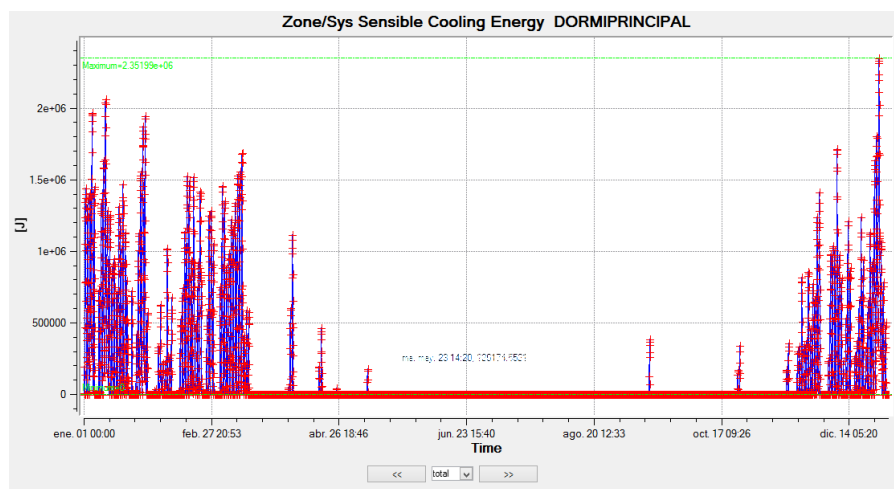


Gráfico 28. Carga térmica de refrigeración anual. DORMITORIO PRINCIPAL

## Servicios

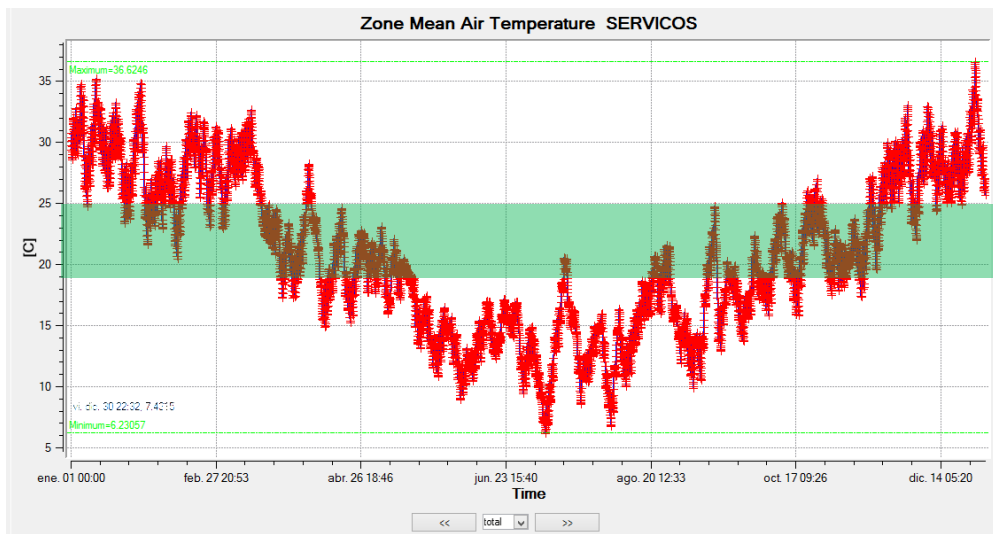


Gráfico 29. Temperatura Media anual. SERVICIOS

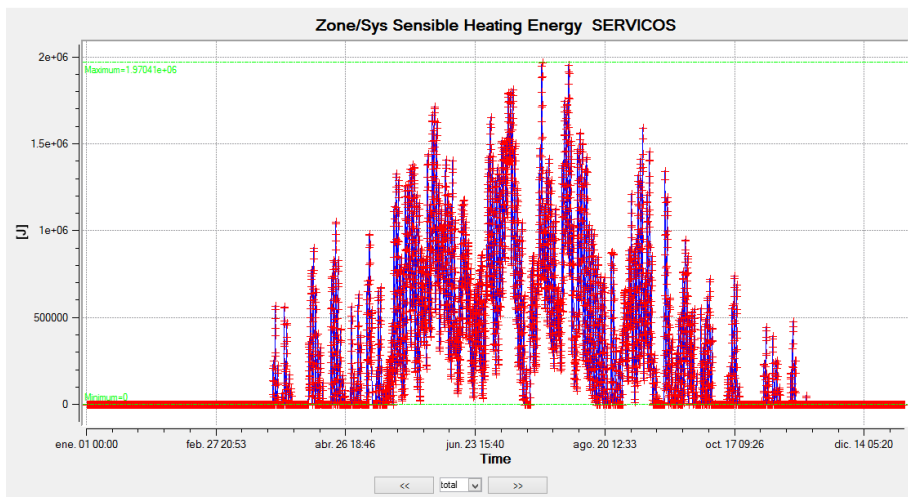


Gráfico 30. Carga térmica de calefacción anual. SERVICIOS

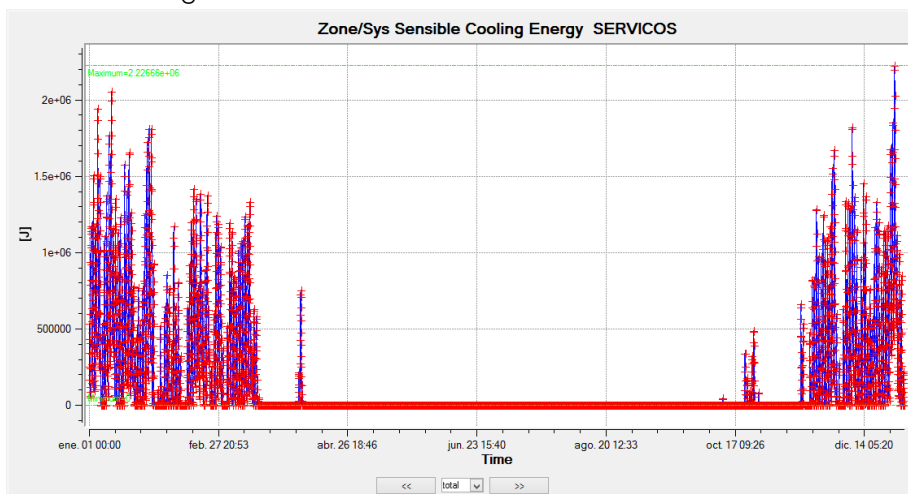


Gráfico 31. Carga térmica de refrigeración anual. SERVICIOS

## Estudio

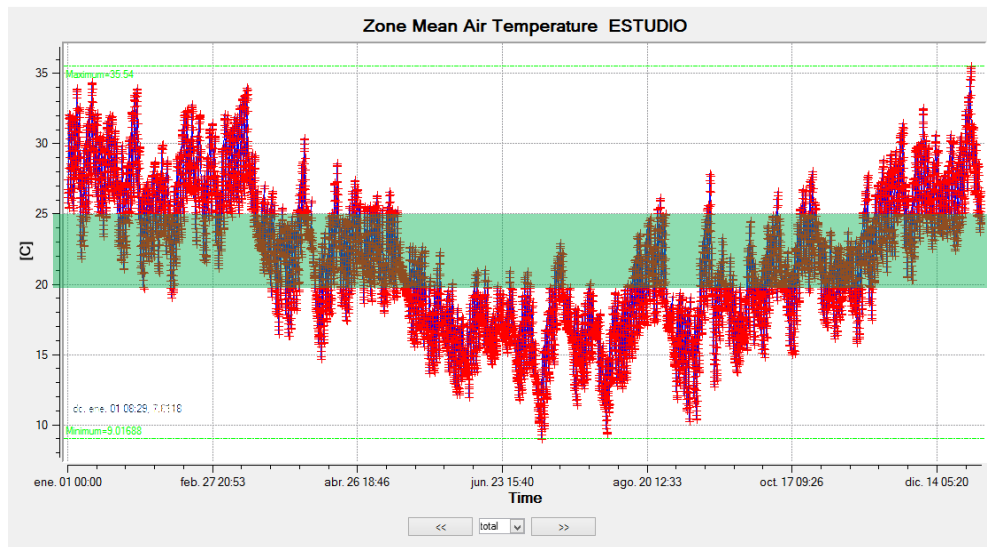


Gráfico 32. Temperatura Media anual. ESTUDIO

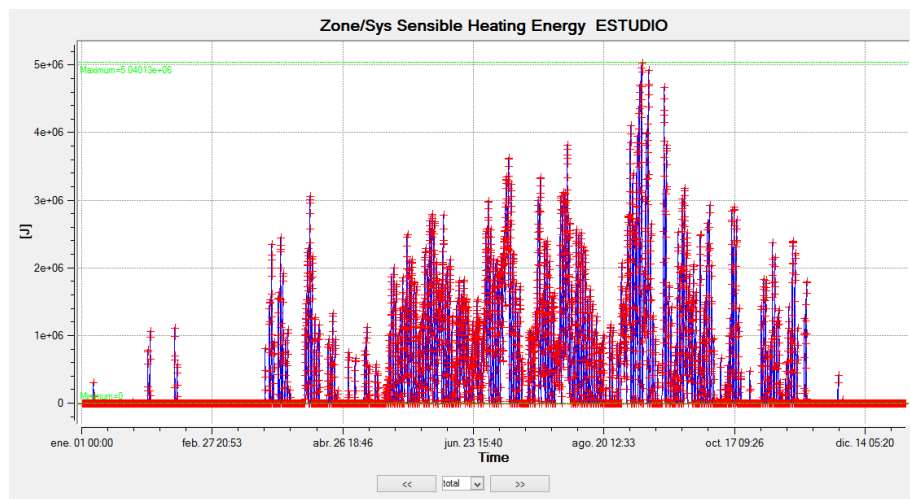


Gráfico 33. Carga térmica de calefacción anual. ESTUDIO

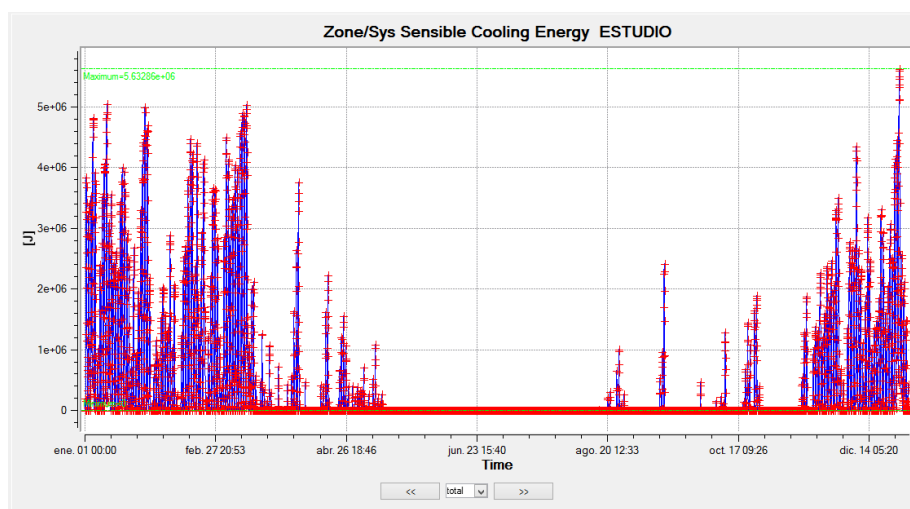


Gráfico 34. Carga térmica de refrigeración anual. ESTUDIO

## Conclusión resultados SIMULACIÓN. Etapa1. Situación de Proyecto con DAC

Teniendo en cuenta los resultados simulados por el Energy Plus, se puede analizar los espacios, zonas térmicas más críticas con respecto a la refrigeración o climatización de la vivienda. Cabe aclarar que hay estrategias como sombreado de vegetación en verano y aporte de calefacción del muro trombe que no están considerados en la simulación.

kwh/mes	
enero	0 kwh
febrero	0.0 kwh
marzo	145.5 kwh
abril	311.2 kwh
mayo	502.5 kwh
junio	1340.5 kwh
julio	1503.7 kwh
agosto	1367.3 kwh
septiembre	1295.3 kwh
octubre	504.2 kwh
noviembre	0.0 kwh
diciembre	0.0 kwh
<b>6970.28 kwh</b>	

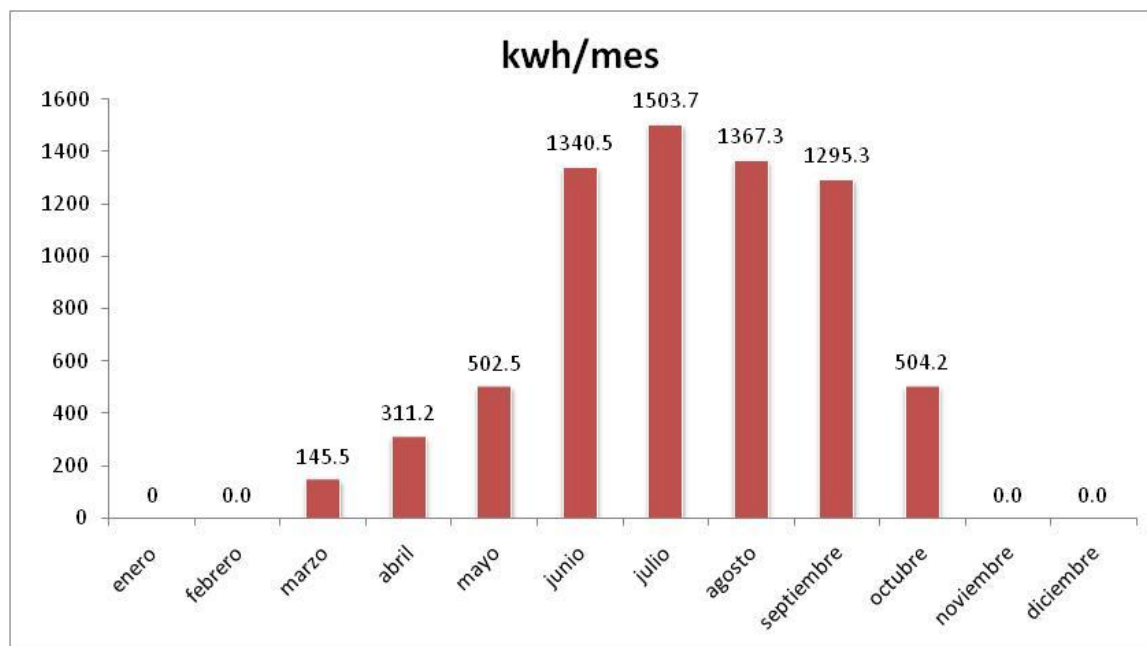


Gráfico 35. Consumo de energía mensual para calefacción

	kWh/mes
enero	1378.4 kwh
febrero	865.5 kwh
marzo	737.0 kwh
abril	208.4 kwh
mayo	103.4 kwh
junio	0.0 kwh
julio	0.0 kwh
agosto	0.0 kwh
septiembre	34.6 kwh
octubre	57.3 kwh
noviembre	426.1 kwh
diciembre	1062.3 kwh
<b>4872.9 kwh</b>	

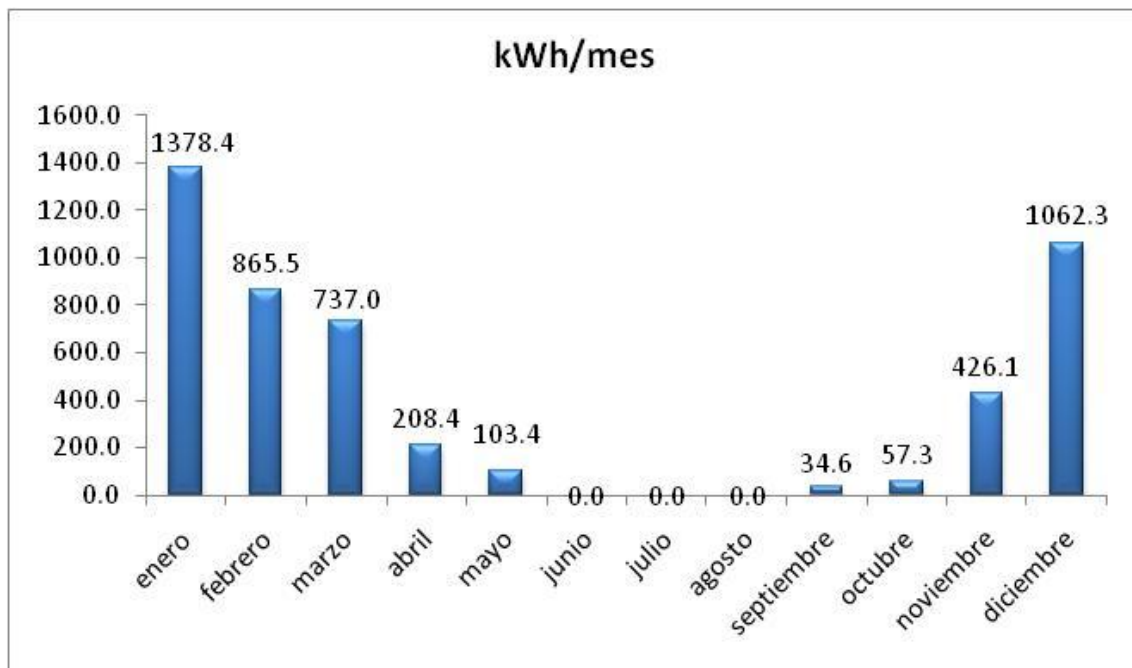


Gráfico 36. Consumo de energía mensual para refrigeración

#### CALEFACCIÓN

Zonas Térmicas	Energía	Paretto	Acumulado
ESTAR	1363.40 kwh	20%	20%
ESCALERA	1215.67 kwh	17%	37%
CIRCULACION	1081.25 kwh	16%	53%
Dormitorio1	575.47 kwh	8%	61%
Dormitorio2	557.12 kwh	8%	69%
DormitorioPrincipal	637.65 kwh	9%	78%
SERVICIOS	546.75 kwh	8%	86%
ESTUDIO	992.99 kwh	14%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>6970.31 kwh</b>	<b>100%</b>	

Tabla 7. Consumo de energía anual para calefacción por cada zona térmica.

## REFRIGERACIÓN

Zonas Térmicas	Energía	Paretto	Acumulado
ESTAR	1302.20 kwh	27%	27%
ESCALERA	960.53 kwh	20%	46%
CIRCULACION	665.14 kwh	14%	60%
Dormitorio1	291.07 kwh	6%	66%
Dormitorio2	230.15 kwh	5%	71%
DormitorioPrincipal	253.26 kwh	5%	76%
SERVICIOS	317.06 kwh	7%	82%
ESTUDIO	853.55 kwh	18%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>4872.95 kwh</b>	<b>100%</b>	

Tabla 8. Consumo de energía anual para refrigeración por cada zona térmica.

En las Tablas anteriores se muestran los valores de carga térmica necesarios para el **Confort Higrotérmico** de cada espacio y de la vivienda en su conjunto.

- **Calefacción:** Las Zonas que tienen un alto grado de carga térmica para calefaccionar son el Estar y la doble altura de la escalera.
- **Refrigeración:** Las Zonas que tienen un alto grado de carga térmica para refrigeración son: el Estar y la doble altura de la escalera.

Se tiene en cuenta que son dos zonas centrales en el proyecto. La escalera con su doble altura como espacio conector de toda la casa. Y el Estar-comedor como espacio en relación permanente con el exterior, la expansión.



## b. Situación sin DAC. ETAPA 2.

COMPARCIÓN SIN APLICAR LA LEY 13.059, SIN APLICAR CONSERVACIÓN DE ENERGÍA, NI PAUTAS BIOCLIMÁTICAS

Esta etapa se ha concebido para ayudar a predecir el comportamiento térmico de la vivienda sin aplicar medidas de conservación de su envolvente, no cumpliendo con la Ley 13.059. Se estableció esta etapa2 para poder comprar con la situación del proyecto (etapa1) y verificar los importantes ahorros energéticos que se logran aplicando la Ley13.059.

### Estar

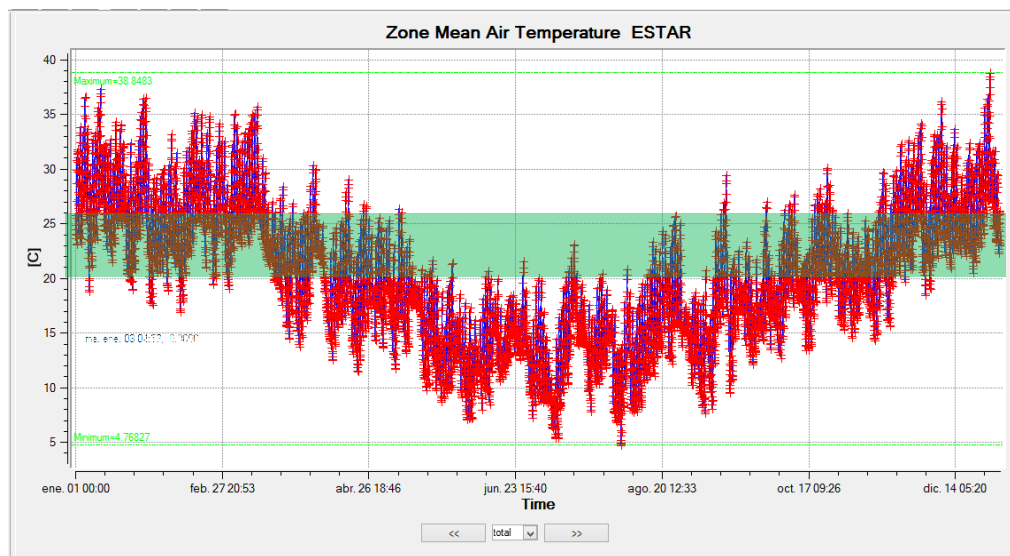


Gráfico 37. Temperatura Media anual. ESTAR

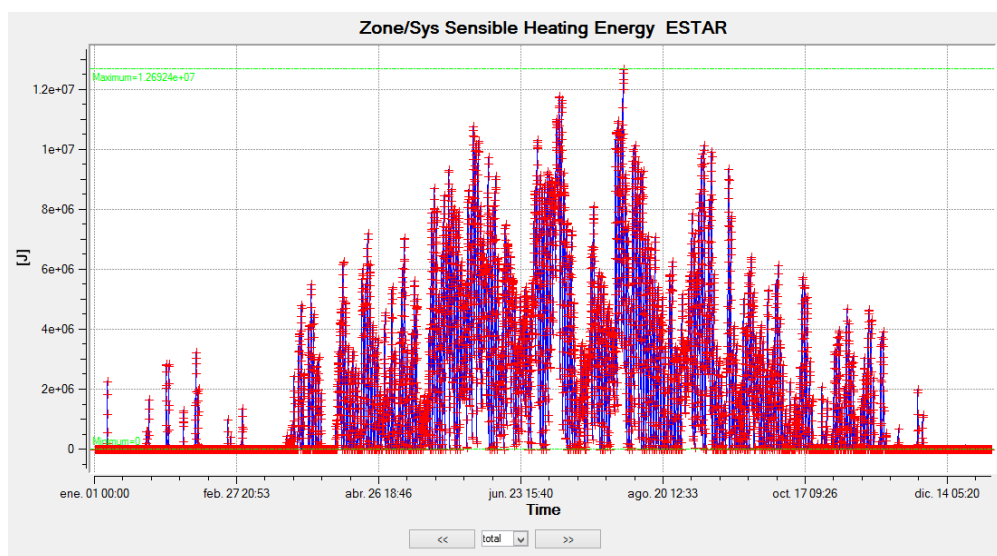


Gráfico 38. Carga térmica de calefacción anual. ESTAR

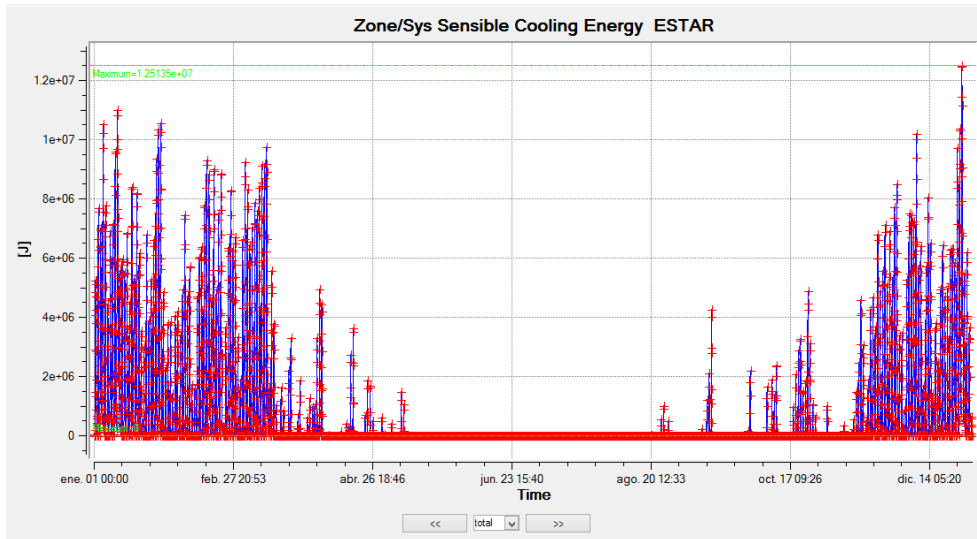


Gráfico 39. Carga térmica de refrigeración anual. ESTAR

Escalera

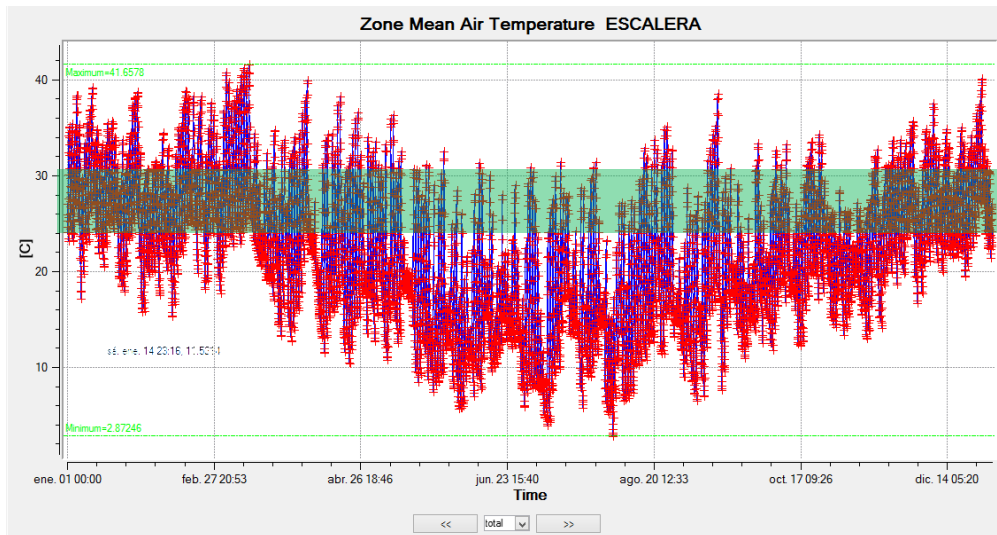


Gráfico 40. Temperatura Media anual. ESCALERA

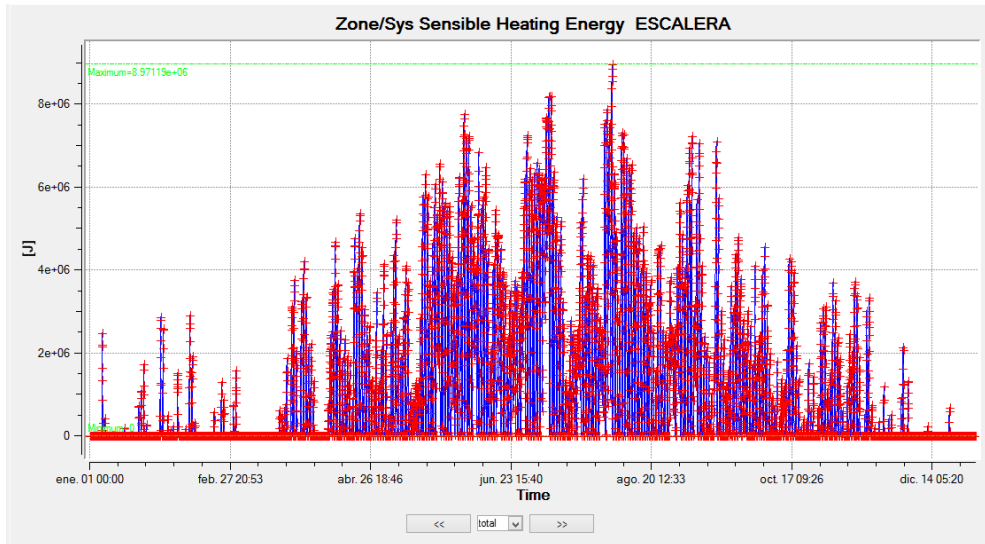


Gráfico 41. Carga térmica de calefacción anual. ESCALERA

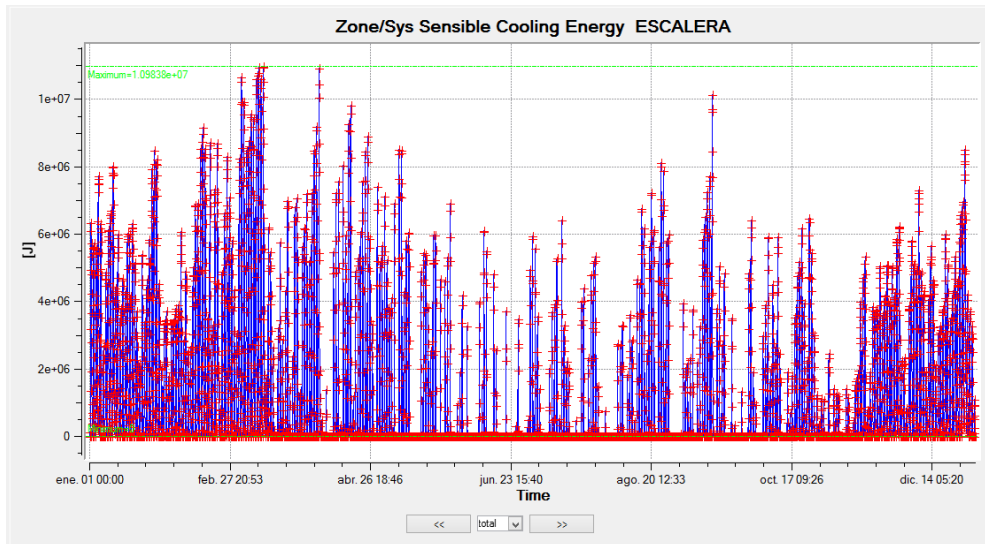


Gráfico 42. Carga térmica de refrigeración anual. ESCALERA

## Circulación

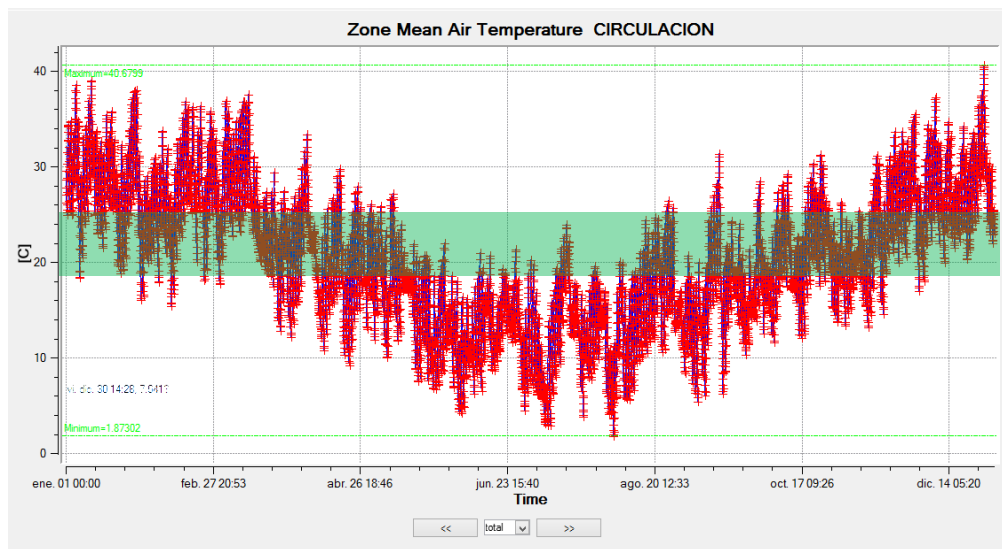


Gráfico 43. Temperatura Media anual. CIRCULACIÓN

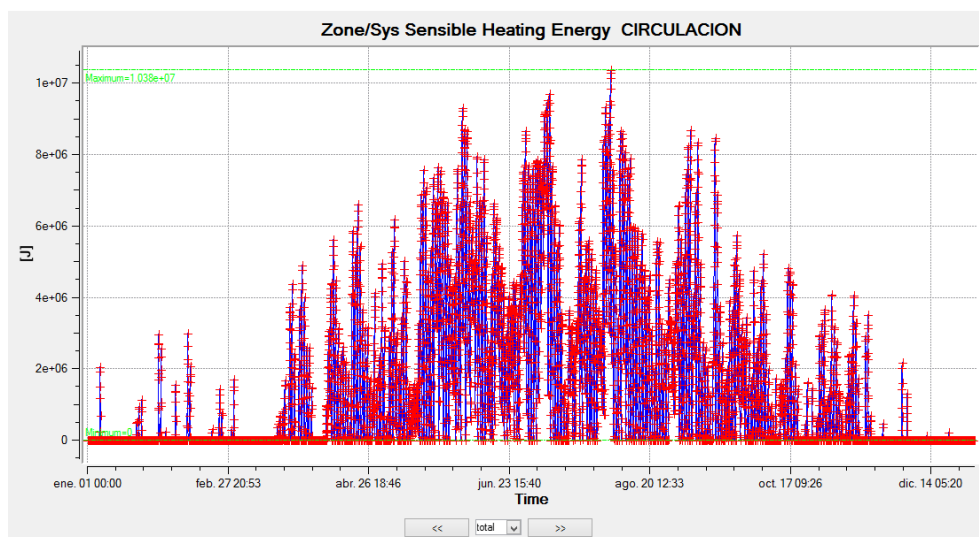


Gráfico 44. Carga térmica de calefacción anual. CIRCULACIÓN

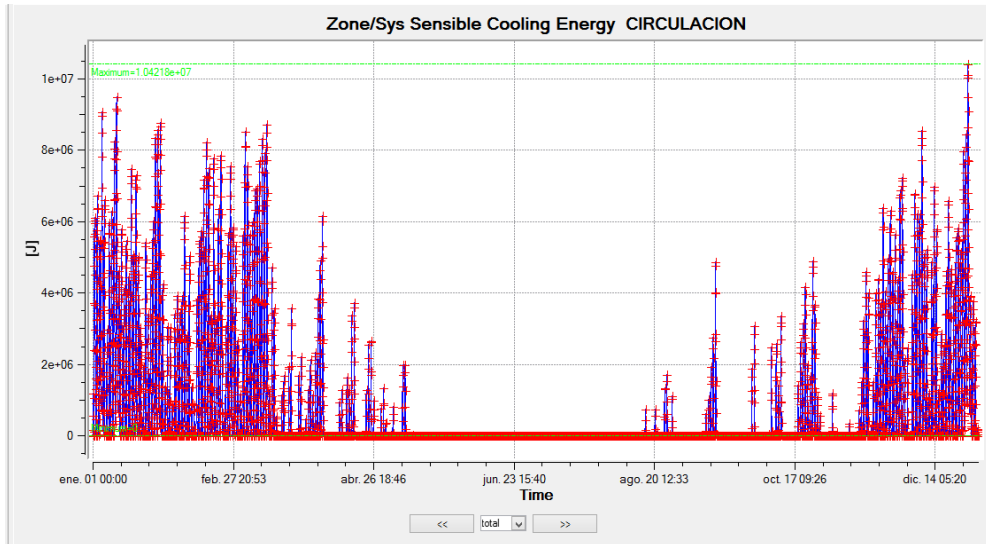


Gráfico 45. Carga térmica de refrigeración anual. CIRCULACIÓN

## Dormitorio1

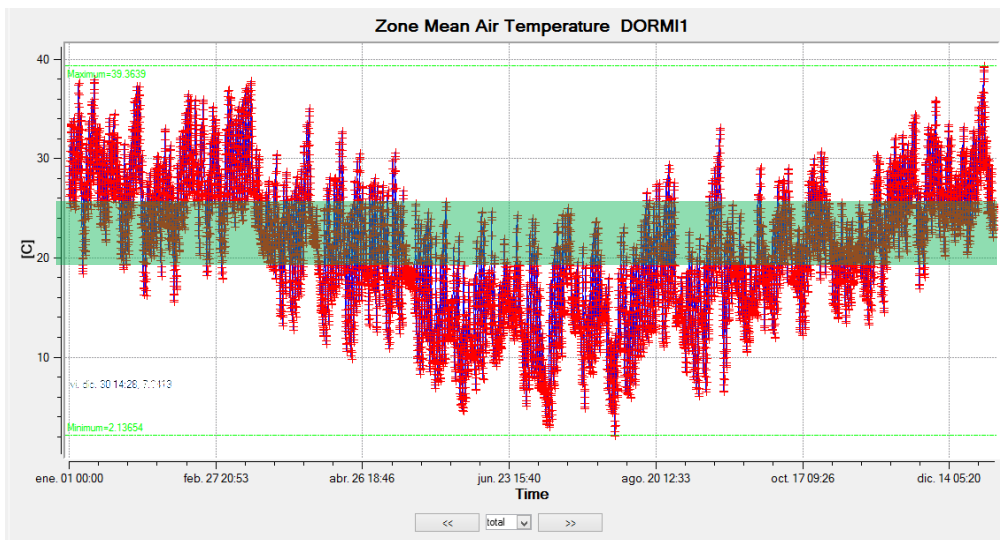


Gráfico 46. Temperatura Media anual. DORMITORIO1

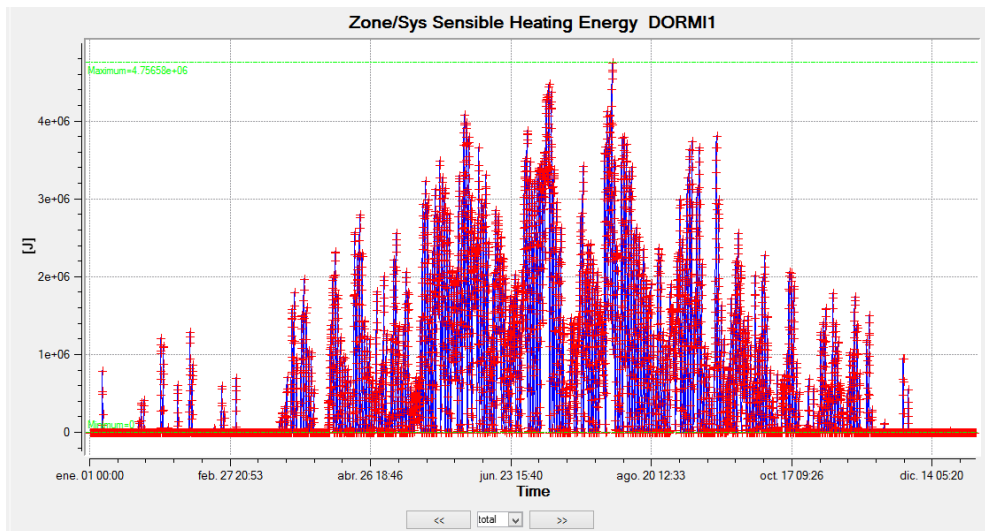


Gráfico 47. Carga térmica de calefacción anual. DORMITORIO1

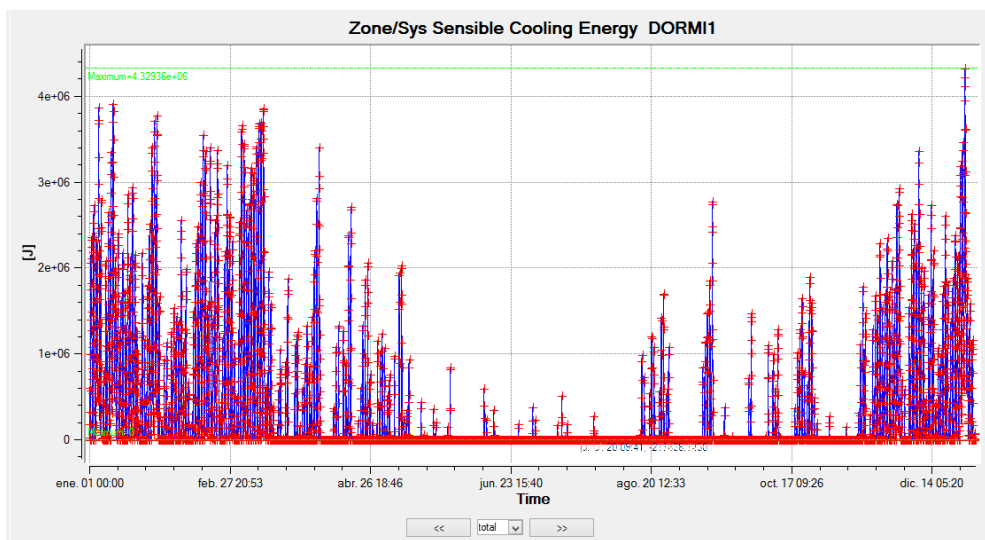


Gráfico 48. Carga térmica de refrigeración anual. DORMITORIO1

## Dormitorio2

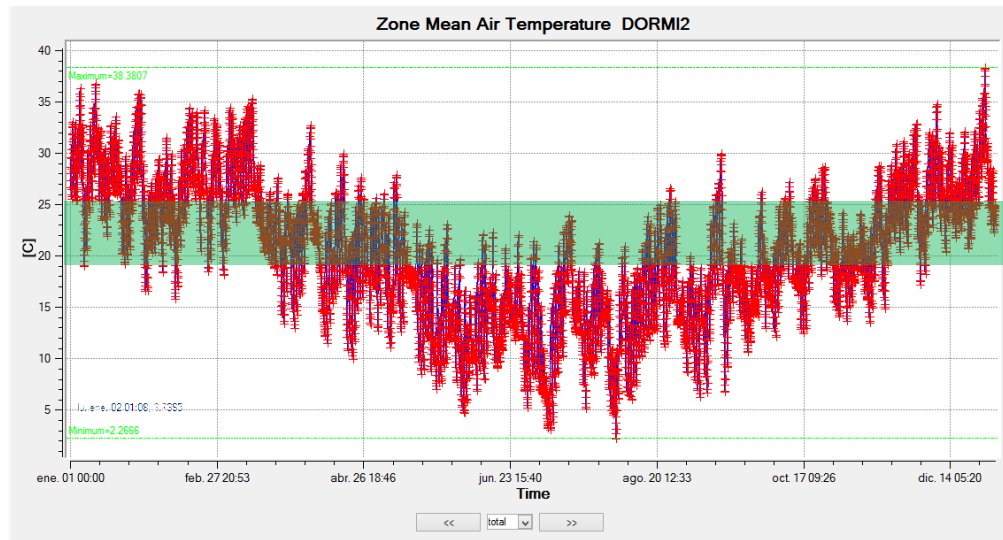


Gráfico 49. Temperatura Media anual. DORMITORIO2

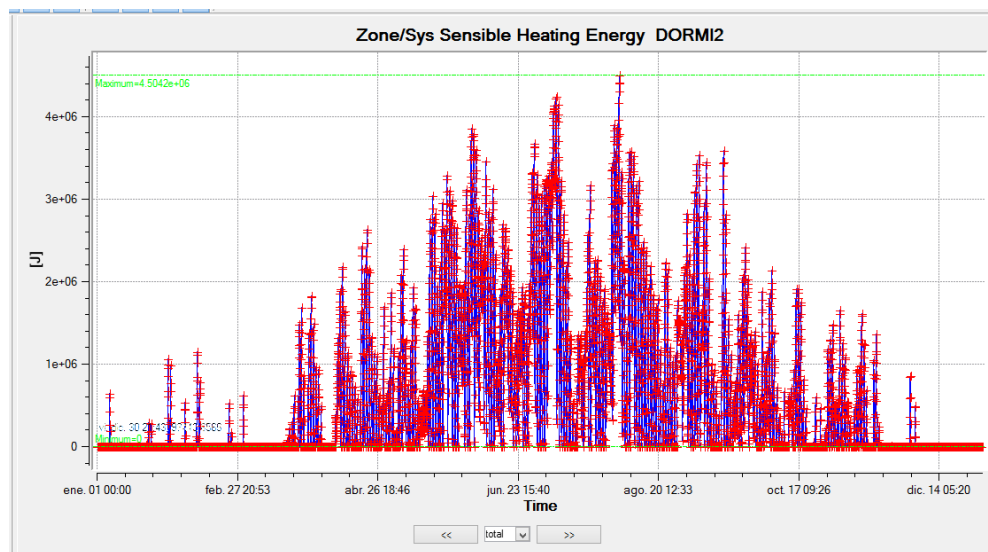


Gráfico 50. Carga térmica de calefacción anual. DORMITORIO2

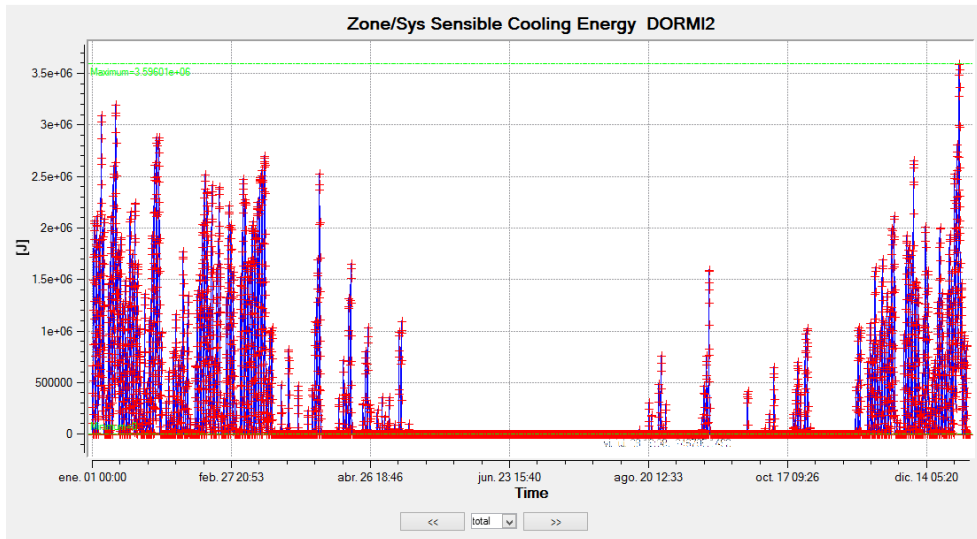


Gráfico 51. Carga térmica de refrigeración anual. DORMITORIO2

### Dormitorio Principal

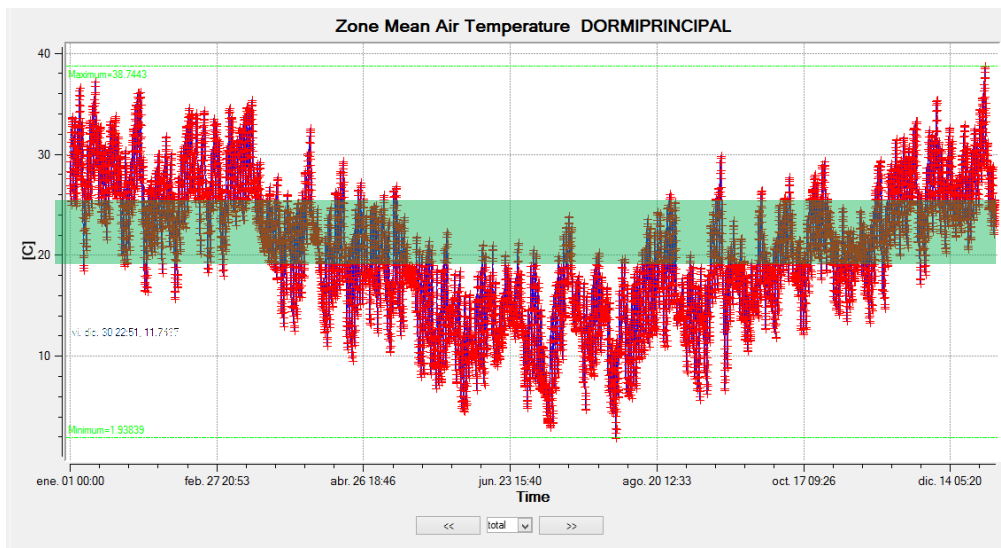


Gráfico 52. Temperatura Media anual. DORMITORIO PRINCIPAL



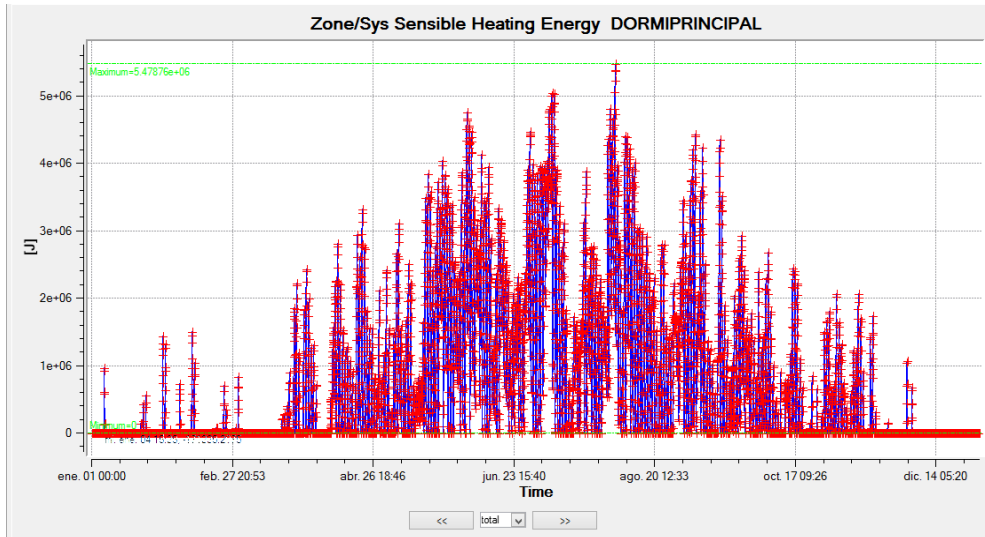


Gráfico 53. Carga térmica de calefacción anual. DORMITORIO PRINCIPAL

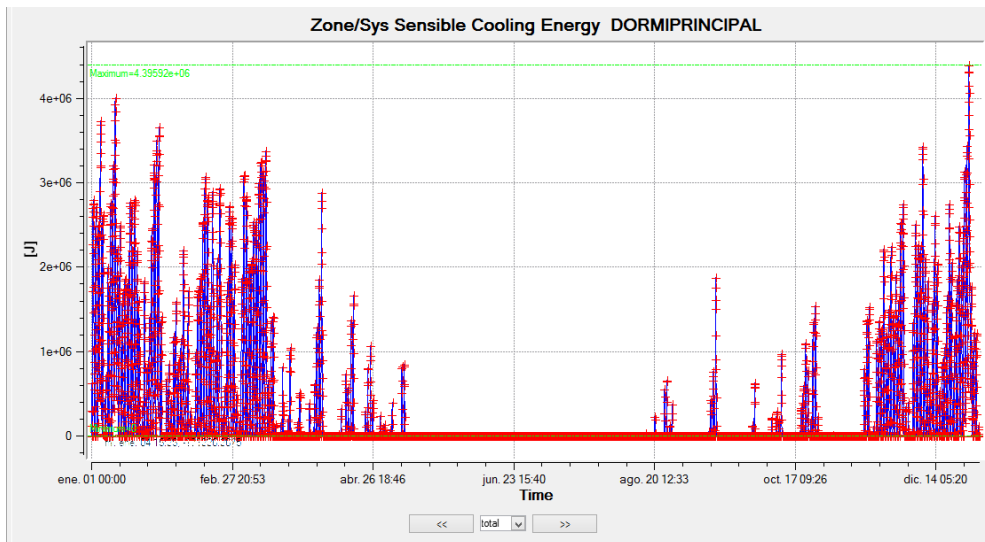


Gráfico 54. Carga térmica de refrigeración anual. DORMITORIO PRINCIPAL

## Servicios

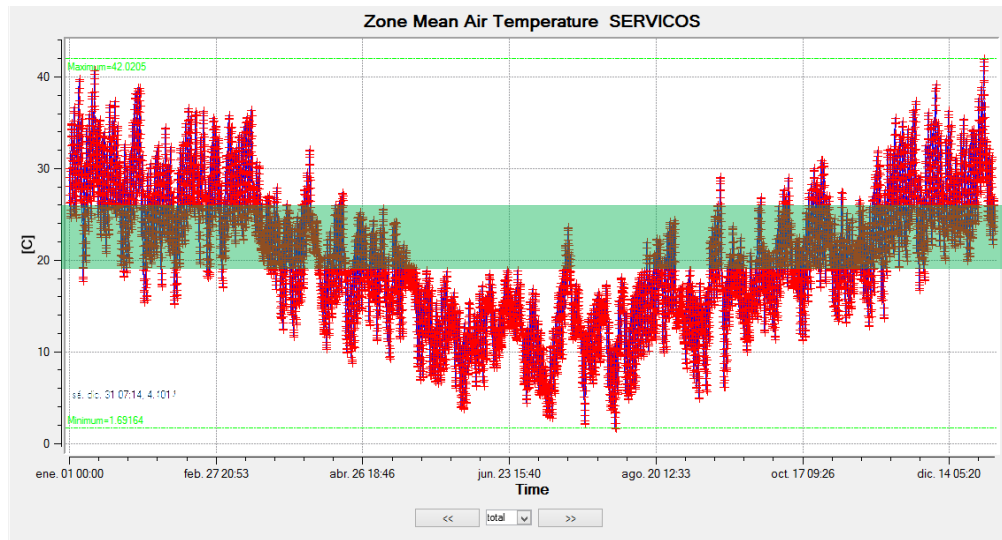


Gráfico 55. Temperatura Media anual. SERVICIOS

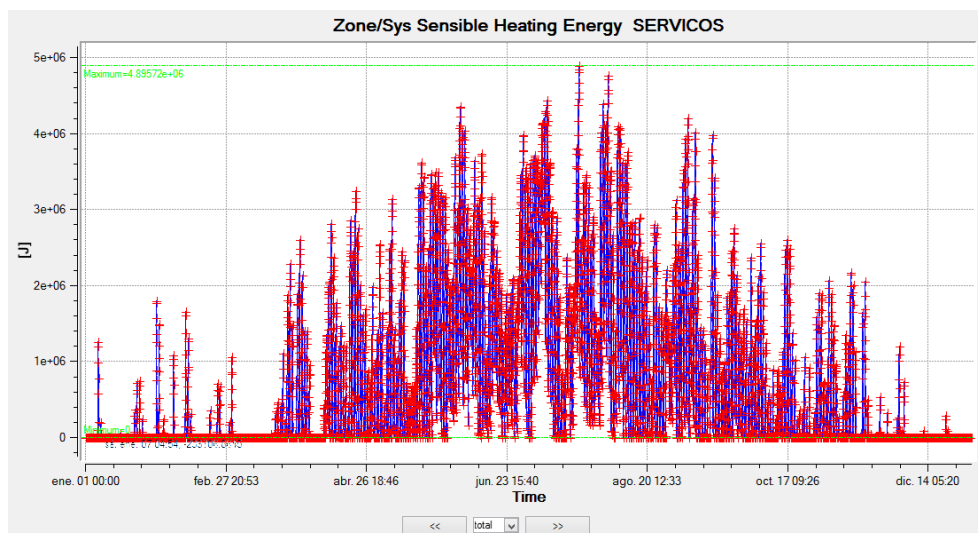


Gráfico 56. Carga térmica de calefacción anual. SERVICIOS

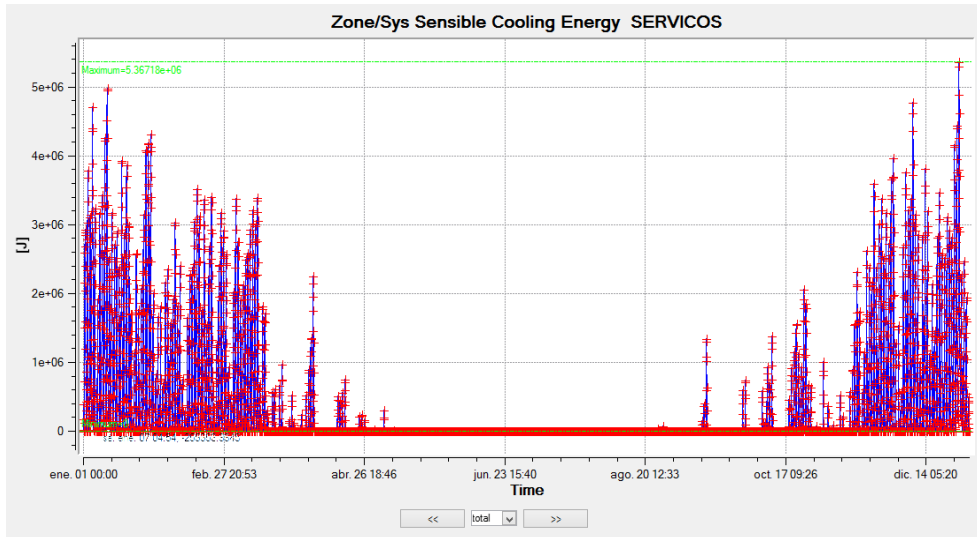


Gráfico 57. Carga térmica de refrigeración anual. SERVICIOS

## Estudio

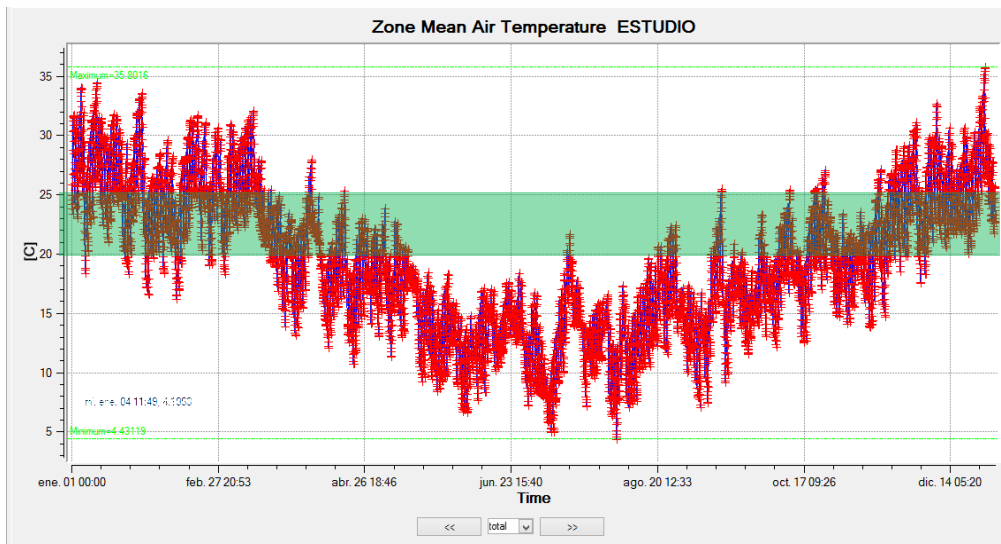


Gráfico 58. Temperatura Media anual. ESTUDIO

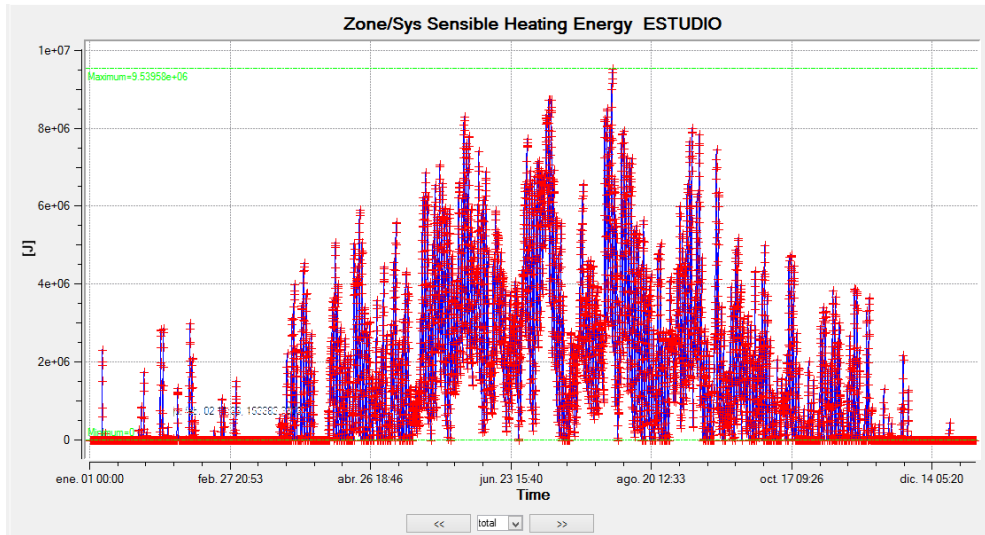


Gráfico 59. Carga térmica de calefacción anual. ESTUDIO

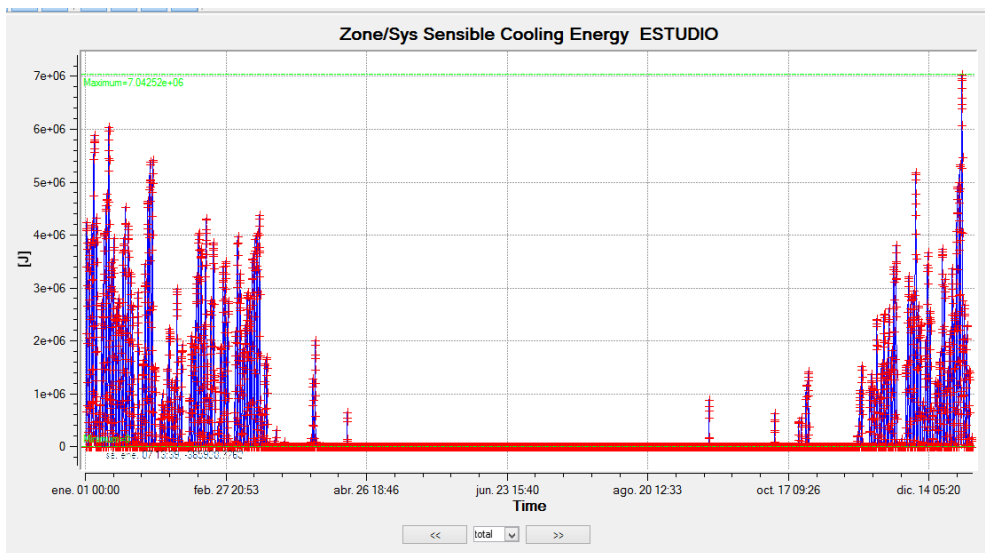


Gráfico 60. Carga térmica de refrigeración anual. ESTUDIO

## Conclusión resultados SIMULACIÓN. ETAPA2. Situación sin DAC

Teniendo en cuenta los resultados simulados por el Energy Plus, de la etapa2, sin conservación de la energía, se puede analizar nuevamente las zonas térmicas, respecto a la necesidad de energía para refrigeración o climatización de la vivienda, observando un gran aumento de inyección de energía para lograr el confort dentro de la vivienda.

kwh/mes	
enero	0.0 kwh
febrero	0.0 kwh
marzo	335.8 kwh
abril	1323.0 kwh
mayo	2660.7 kwh
junio	4190.8 kwh
julio	4644.5 kwh
agosto	3717.4 kwh
septiembre	2515.6 kwh
octubre	931.9 kwh
noviembre	0.0 kwh
diciembre	0.0 kwh
<b>20319.61 kwh</b>	

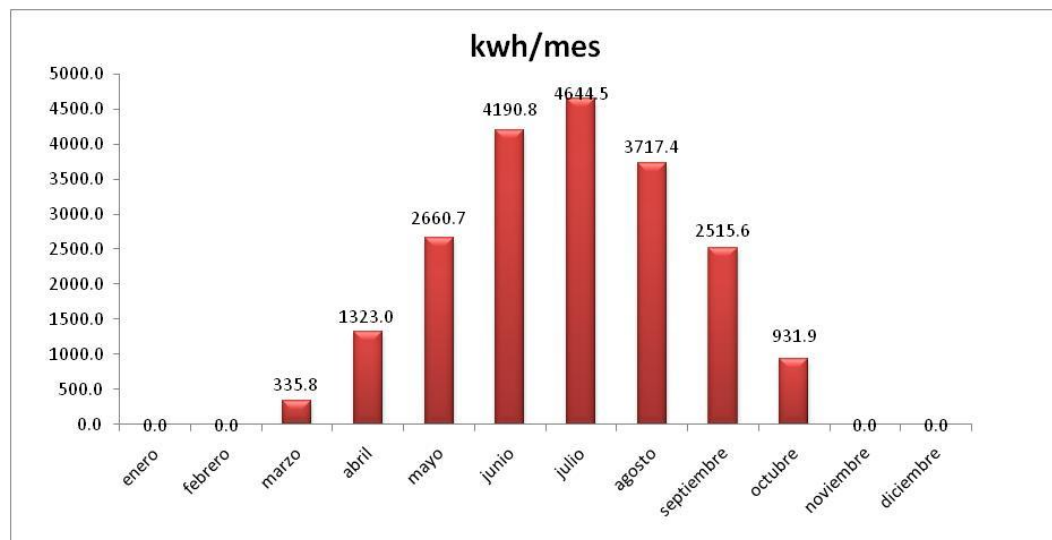


Gráfico 61. Consumo de energía mensual para calefacción

	kWh/mes
enero	2554.3 kwh
febrero	1515.8 kwh
marzo	1250.6 kwh
abril	419.9 kwh
mayo	171.6 kwh
junio	0.0 kwh
julio	0.0 kwh
agosto	0.0 kwh
septiembre	179.5 kwh
octubre	265.0 kwh
noviembre	768.2 kwh
diciembre	1760.1 kwh
<b>8884.9 kwh</b>	

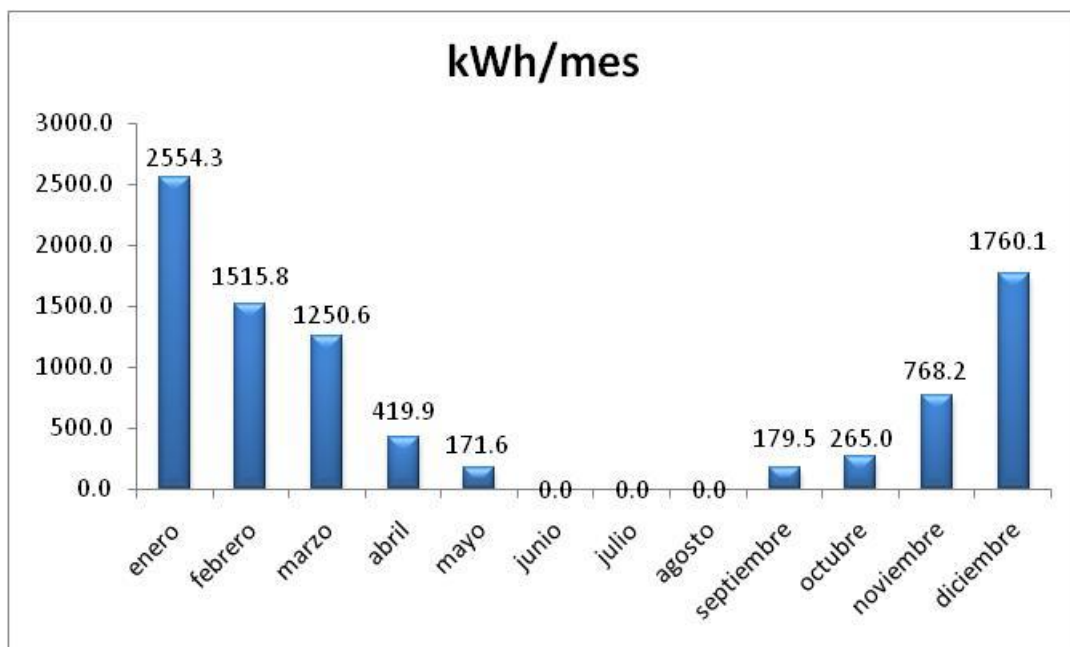


Gráfico 62. Consumo de energía mensual para calefacción

<b>CALEFACCIÓN</b>			
<b>Zonas Térmicas</b>	<b>Energía</b>	<b>Paretto</b>	<b>Acumulado</b>
ESTAR	4835.49 kwh	24%	24%
ESCALERA	2601.45 kwh	13%	37%
CIRCULACION	3339.05 kwh	16%	53%
Dormitorio1	1391.75 kwh	7%	60%
Dormitorio2	1350.27 kwh	7%	67%
DormitorioPrincipal	1693.03 kwh	8%	75%
SERVICIOS	1649.12 kwh	8%	83%
ESTUDIO	3459.47 kwh	17%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>20319.61 kwh</b>	<b>100%</b>	

Tabla 9. Consumo de energía anual para calefacción por zonas térmicas

**REFRIGERACIÓN**

<b>Zonas Térmicas</b>	<b>Energía</b>	<b>Paretto</b>	<b>Acumulado</b>
ESTAR	1542.38 kwh	17%	17%
ESCALERA	2422.24 kwh	27%	45%
CIRCULACION	1593.95 kwh	18%	63%
Dormitorio1	711.80 kwh	8%	71%
Dormitorio2	519.12 kwh	6%	76%
DormitorioPrincipal	683.62 kwh	8%	84%
SERVICIOS	680.48 kwh	8%	92%
ESTUDIO	731.31 kwh	8%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>8884.90 kwh</b>	<b>100%</b>	

Tabla 10. Consumo de energía anual para refrigeración por zonas térmicas

### c. Comparación. Ahorro energético y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>

Por último, se establece la comparación entre las dos etapas para verificar el ahorro energético al cumplir con la Ley 13.059 estableciendo eficiencia energética en toda su envolvente (Etapa1).

	ETAPA 1(real) con eficiencia kWh/mes	ETAPA2 sin eficiencia kwh/mes	AHORRO
enero	0	0.0 kwh	0%
febrero	0.0	0.0 kwh	0%
marzo	145.5	335.8 kwh	57%
abril	311.2	1323.0 kwh	76%
mayo	502.5	2660.7 kwh	81%
junio	1340.5	4190.8 kwh	68%
julio	1503.7	4644.5 kwh	68%
agosto	1367.3	3717.4 kwh	63%
septiembre	1295.3	2515.6 kwh	49%
octubre	504.2	931.9 kwh	46%
noviembre	0.0	0.0 kwh	0%
diciembre	0.0	0.0 kwh	0%
	<b>6970.28</b>	<b>20319.61 kwh</b>	<b>66%</b>

Tabla 11. Comparación de Consumo de energía mensual para calefaccionar y el ahorro energético obtenido al aplicar una envolvente eficiente (con DAC)

	ETAPA 1(real) con eficiencia CO <sub>2</sub> /mes	ETAPA2 sin eficiencia CO <sub>2</sub> /mes	
enero	0.00	0.00	ton. CO <sub>2</sub>
febrero	0.00	0.00	ton. CO <sub>2</sub>
marzo	0.03	0.06	ton. CO <sub>2</sub>
abril	0.06	0.24	ton. CO <sub>2</sub>
mayo	0.09	0.48	ton. CO <sub>2</sub>
junio	0.24	0.76	ton. CO <sub>2</sub>
julio	0.27	0.84	ton. CO <sub>2</sub>
agosto	0.25	0.67	ton. CO <sub>2</sub>
septiembre	0.23	0.46	ton. CO <sub>2</sub>
octubre	0.09	0.17	ton. CO <sub>2</sub>
noviembre	0.00	0.00	ton. CO <sub>2</sub>
diciembre	0.00	0.00	ton. CO <sub>2</sub>
	<b>1.26</b>	<b>3.68</b>	<b>ton. CO<sub>2</sub></b>

Tabla 12. Comparación de emisiones de CO<sub>2</sub> mensual para calefaccionar y la disminución de emisiones al aplicar una envolvente eficiente (con DAC)



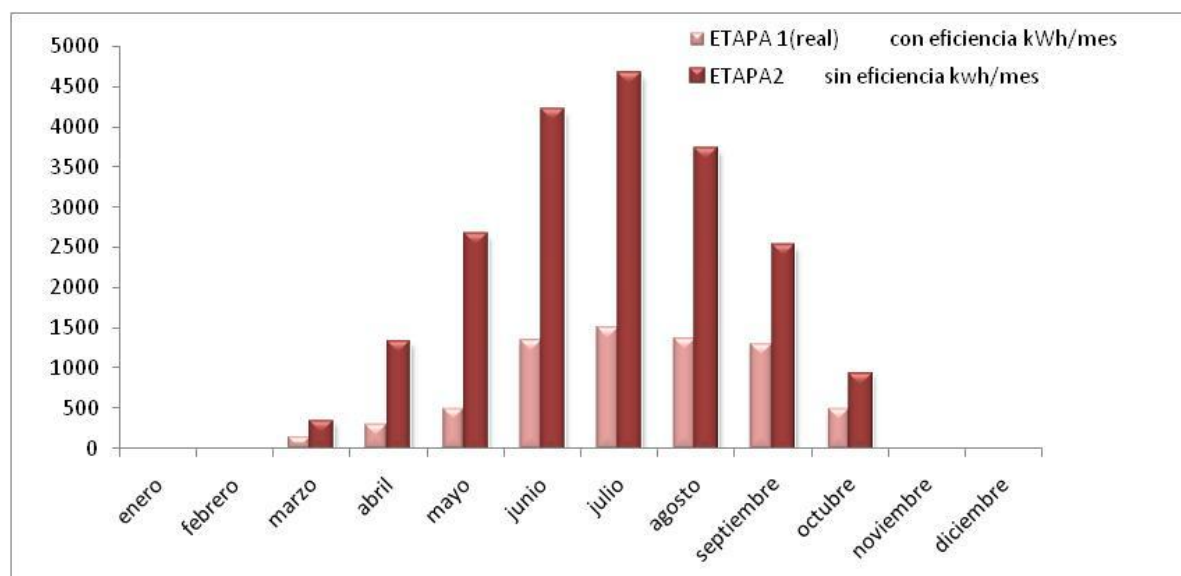


Gráfico 63. Comparación de Consumo de energía mensual para calefaccionar

El ahorro energético en demanda de calefacción anual es de **13349,34 kWh** y de emisiones de CO<sub>2</sub> es de **2,42 tn de CO<sub>2</sub>**.

*Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>: Se calculan las toneladas de CO<sub>2</sub> anuales emitidas al ambiente en función del consumo energético, teniendo en cuenta que 11,6 Mwh =1TEP (tonelada equivalente a petróleo) / 1TEP = 1.070m<sup>3</sup> de gas natural /1TEP gas natural = 2,1 toneladas de CO<sub>2</sub>. (Secretaría de Energía de la Nación) /1m<sup>3</sup> gas natural = 1,95tCO<sub>2</sub>)<sup>13</sup>.*

	ETAPA 1(real) con eficiencia kWh/mes	ETAPA2 sin eficiencia kwh/mes	AHORRO
enero	1378.4	2554.3 kwh	46%
febrero	865.5	1515.8 kwh	43%
marzo	737.0	1250.6 kwh	41%
abril	208.4	419.9 kwh	50%
mayo	103.4	171.6 kwh	40%
junio	0.0	0.0 kwh	0%
julio	0.0	0.0 kwh	0%
agosto	0.0	0.0 kwh	0%
septiembre	34.6	179.5 kwh	81%
octubre	57.3	265.0 kwh	78%
noviembre	426.1	768.2 kwh	45%
diciembre	1062.3	1760.1 kwh	40%
<b>Total</b>	<b>4872.9</b>	<b>8884.9 kwh</b>	<b>45%</b>

Tabla 13. Comparación de Consumo de energía mensual para refrigerar y el ahorro energético obtenido al aplicar una envolvente eficiente (con DAC)

<sup>13</sup> [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/220807\\_calculo\\_factor\\_emision.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/220807_calculo_factor_emision.pdf)

	ETAPA 1 (real) con eficiencia CO <sub>2</sub> /mes	ETAPA2 sin eficiencia CO <sub>2</sub> /mes
enero	0.25	0.46 ton. CO <sub>2</sub>
febrero	0.16	0.27 ton. CO <sub>2</sub>
marzo	0.13	0.23 ton. CO <sub>2</sub>
abril	0.04	0.08 ton. CO <sub>2</sub>
mayo	0.02	0.03 ton. CO <sub>2</sub>
junio	0.00	0.00 ton. CO <sub>2</sub>
julio	0.00	0.00 ton. CO <sub>2</sub>
agosto	0.00	0.00 ton. CO <sub>2</sub>
septiembre	0.01	0.03 ton. CO <sub>2</sub>
octubre	0.01	0.05 ton. CO <sub>2</sub>
noviembre	0.08	0.14 ton. CO <sub>2</sub>
diciembre	0.19	0.32 ton. CO <sub>2</sub>
	<b>0.9</b>	<b>1.6 ton. CO<sub>2</sub></b>

Tabla 14. Comparación de emisiones de CO<sub>2</sub> mensual para refrigerar y la disminución de emisiones al aplicar una envolvente eficiente (con DAC)

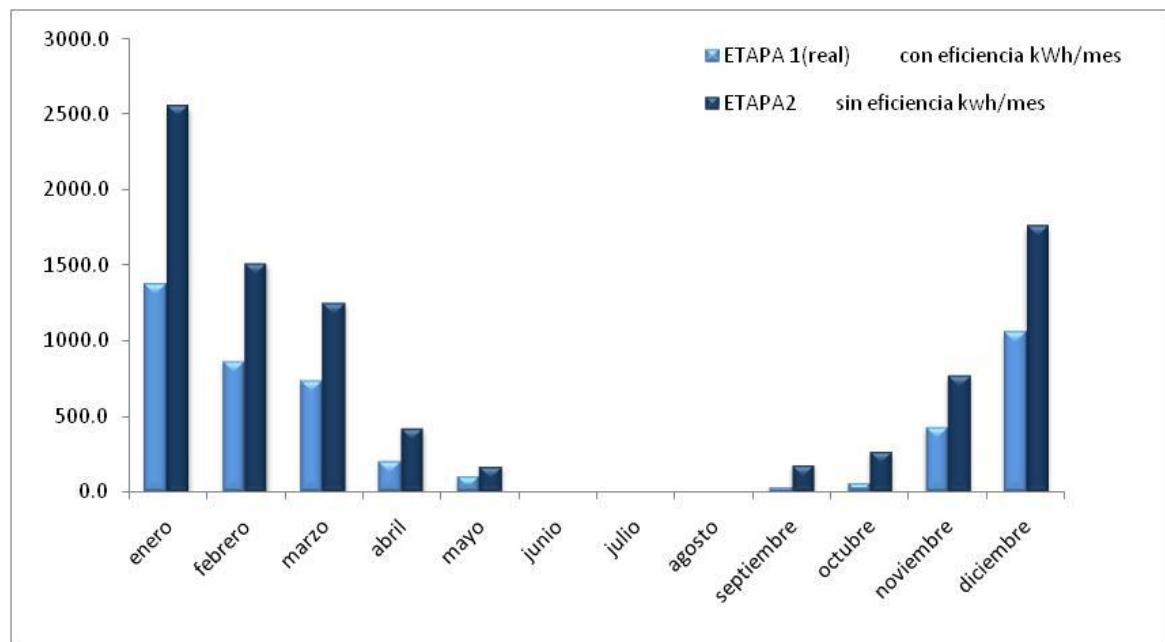


Gráfico 64. Comparación de Consumo de energía mensual para refrigerar

El ahorro energético en demanda de refrigeración anual es de **4012,00 kWh** y de emisiones de CO<sub>2</sub> es de **0,70 tn de CO<sub>2</sub>**

## 7. CÁLCULO DEL APORTE DEL MURO CAPTADOR DE CALOR

### MURO SOLAR

Teniendo en cuenta el comportamiento de la vivienda y la necesidad de climatización a partir de las características de la envolvente y la forma. Se estima el aporte del muro captador de calor, ubicado en los tres dormitorios. Para eso se utilizó el cálculo a partir de las "Tablas del cociente carga colector para 60 localidades de la Argentina" de Aldo Fabris y Eduardo Yarke.

Para el cálculo se tuvo en cuenta:

**El coeficiente Neto de Pérdidas de calor (CNPC):** Es la carga total de calefacción de la parte no solar del edificio por cada °C de diferencia entre la temperatura interior y la exterior.

G dormitorios: 0,80 W/m<sup>3</sup>°C / volumen dormitorios: 24,3m<sup>3</sup>

**CNPC: 0,80 W/m<sup>3</sup>°C \* 24,3 m<sup>3</sup> = 19,6 W/°C**

**El coeficiente Carga Colector (CCC):** puede ser un valor fijo (caracterizando a un determinado edificio), con el podremos saber cuáles es la FSA presumible conociendo el sistema solar y la localidad de implantación.

CCC: CNPC

AP (área proyectada de muro solar)

**CCC: 19,6W/°C / 4,2 m<sup>2</sup> = 4,6W/m<sup>2</sup>°C**

**Fracción Solar Anual – FSA:** es la fracción de la Carga Neta de Referencia que es aportada por el sistema solar.

Identificación del Sistema : Muro Trombe con cámara ventilada

<u>Código</u>	<u>Capacidad de Acumulación * (MJ/m<sup>2</sup>°C)</u>	<u>Espesor Nominal del Muro ** (cm)</u>	<u><math>\rho_{ek}</math> (kJ/Seg. m<sup>2</sup>°C<sup>2</sup>)</u>	<u>Nº de Vidrios</u>	<u>Terminación Superficial del muro</u>	<u>Aislación nocturna</u>
MTA1	0,31	15	3,48	2	Normal	No
MTA2	0,46	23	3,48	2	Normal	No
MTA3	0,61	30	3,48	2	Normal	No
MTA4	0,92	45	3,48	2	Normal	No
MTB1	0,31	15	1,74	2	Normal	No
MTB2	0,46	23	1,74	2	Normal	No
MTB3	0,61	30	1,74	2	Normal	No
MTB4	0,92	45	1,74	2	Normal	No
MTC1	0,31	15	0,87	2	Normal	No
MTC2	0,46	23	0,87	2	Normal	No
MTC3	0,61	30	0,87	2	Normal	No
MTC4	0,92	45	0,87	2	Normal	No
MTD1	0,61	30	3,48	1	Normal	No
MTD2	0,61	30	3,48	2	Normal	No
MTD3	0,61	30	3,48	1	Normal	SI
MTD4	0,61	30	3,48	2	Normal	SI
MTD5	0,61	30	3,48	3	Normal	SI
MTE1	0,61	30	3,48	1	Selectiva	No
MTE2	0,61	30	3,48	2	Selectiva	No
MTE3	0,61	30	3,48	1	Selectiva	SI
MTE4	0,61	30	3,48	2	Selectiva	SI

\* por unidad de área proyectada sobre plano vertical Este - Oeste.

\*\* para el caso particular de  $\rho_c = 2,1 \text{ MJ/m}^3\text{°C}$ .

Tabla 15. Especificaciones de Muro Trombe con cámara ventilada. Muro captador de calor.

LATITUD= -34.9

LONGITUD= 57.9 W

ALTURA= 15 m

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
H (MJ/M2)	24.0	21.7	17.2	13.6	9.3	7.3	7.9	11.0	14.1	18.8	23.2	25.3
KT	.56	.56	.53	.55	.50	.47	.47	.51	.49	.52	.56	.58
T <sub>amb</sub> (C)	22.4	21.9	19.7	16.4	11.4	10.3	9.7	10.7	12.8	15.1	18.6	21.0
T <sub>max</sub> (C)	28.5	27.8	25.5	22.0	18.6	14.9	14.6	16.0	18.1	20.5	24.0	27.0
T <sub>min</sub> (C)	17.6	17.6	15.4	12.4	9.6	7.0	6.7	7.0	8.6	11.2	14.1	16.2
Vv (Km/h)	12.0	11.0	11.0	10.0	10.0	11.0	11.0	11.0	12.0	13.0	12.0	13.0
GD (18 C)	0	0	0	24	121	212	228	202	140	67	0	0

763

FRACCION SOLAR ANUAL

FRACCION SOLAR ANUAL

	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90
MAA1	355	47	23	14	9	7	5	3	2
MAA2	125	51	29	20	14	10	7	5	4
MAA3	105	51	32	22	16	12	9	6	4
MAA4	97	51	33	22	16	12	9	7	5
MAA5	91	51	34	24	17	13	10	7	5
MAA6	89	51	34	24	18	14	10	8	5
MAB1	108	41	23	15	11	8	6	4	3
MAB2	93	51	33	23	17	13	9	7	5
MAB3	107	61	40	29	21	16	12	9	6
MAB4	96	58	40	29	22	17	13	10	7
MAB5	83	52	37	27	20	15	12	9	6
MAC1	112	64	42	30	22	17	12	9	6
MAC2	101	59	40	29	21	16	12	9	6
MAC3	96	62	44	33	25	19	15	11	7
MAC4	90	58	41	30	23	18	14	10	7
MTA1	311	45	22	13	9	6	5	3	2
MTA2	128	46	26	17	12	9	6	4	3
MTA3	103	45	27	18	13	10	7	5	3
MTA4	87	42	26	18	13	10	7	5	4
MTB1	177	42	21	13	9	7	5	3	2
MTB2	103	42	24	16	11	8	6	4	3
MTB3	89	40	23	16	12	8	6	4	3
MTB4	82	36	22	15	10	8	6	4	3
MTC1	116	37	20	13	9	6	5	3	2
MTC2	89	35	20	13	9	7	5	4	3
MTC3	86	33	19	12	9	6	5	3	2
MTC4	89	29	16	10	7	5	4	3	2
MTD1	79	32	19	12	9	6	5	3	2
MTD2	100	43	25	16	12	9	6	4	3
MTD3	101	52	33	23	17	13	9	7	5
MTD4	94	53	35	24	18	14	10	8	5
MTD5	86	50	33	24	18	13	10	7	5
MTE1	116	60	38	26	19	15	11	8	5
MTE2	104	57	36	26	19	14	11	8	5
MTE3	107	64	43	32	24	18	13	10	7
MTE4	94	57	39	28	21	16	12	9	6
MTE5	144	39	20	13	9	6	5	3	2
MTE6	91	39	23	15	11	8	6	4	3
MTE7	76	37	23	16	11	9	6	5	3
MTE8	62	33	21	15	11	8	6	4	3
MTE9	91	34	19	12	9	6	5	3	2
MTE10	67	32	20	14	10	7	5	4	3
MTE11	56	29	18	12	9	7	5	4	3
MTE12	44	24	15	10	8	6	4	3	2
MTE13	60	27	16	11	8	6	4	3	2
MTE14	46	23	14	10	7	5	4	3	2
MTE15	37	19	12	8	6	5	3	2	2

	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90
MTI4	29	15	9	6	5	3	3	2	1
MTI1	62	27	16	11	8	5	4	3	2
MTI2	76	40	26	18	13	10	7	5	4
MTI3	80	44	28	20	15	11	8	6	4
MTI4	78	46	31	22	17	12	9	7	5
MTI5	75	45	30	22	17	12	9	7	5
MTJ1	96	52	34	24	18	13	10	7	5
MTJ2	86	48	32	23	17	13	10	7	5
MTJ3	89	55	38	28	21	16	12	9	6
MTJ4	81	51	35	26	19	15	11	9	6
GDA1	78	36	22	14	10	7	4	2	0
GDA2	79	37	23	16	11	8	6	4	2
GDA3	93	44	28	20	15	11	8	6	4
GDB1	78	36	22	16	12	9	6	4	2
GDB2	82	38	25	17	13	10	8	5	3
GDB3	94	44	28	20	16	12	10	7	4
GDC1	93	43	27	19	14	11	8	6	3
GDC2	94	44	28	20	15	12	9	7	4
GDC3	108	51	32	23	18	14	11	9	6
ESA1	200	65	35	22	15	11	8	5	4
ESA2	177	78	46	31	22	16	12	8	6
ESA3	194	61	32	20	14	10	7	5	3
ESA4	180	79	46	31	22	15	11	8	5
ESA5	333	65	32	20	13	9	7	5	3
ESA6	177	78	46	30	22	16	12	8	6
ESA7	355	57	26	16	11	7	5	4	2
ESA8	183	77	45	30	21	15	11	8	5
ESB1	139	50	28	18	12	9	6	5	3
ESB2	139	63	37	26	18	13	10	7	5
ESB3	130	47	26	16	12	8	6	4	3
ESB4	136	62	37	25	18	13	10	7	5
ESB5	177	46	24	15	10	7	5	3	2
ESB6	130	61	36	25	18	13	10	7	5
ESB7	161	39	20	13	8	6	4	3	2
ESB8	130	59	35	24	17	12	9	6	4
ESC1	97	45	27	19	13	10	7	5	4
ESC2	97	52	33	23	17	13	10	7	5
ESC3	100	36	20	13	9	7	5	3	2
ESC4	96	46	28	19	14	10	8	6	4
ESD1	189	78	45	30	21	15	11	8	5
ESD2	158	85	55	38	28	21	15	11	7
ESD3	213	73	42	25	17	12	9	6	4
ESD4	161	83	52	36	26	19	14	10	7
ESE1	144	63	36	24	17	12	9	6	4
ESE2	133	71	45	31	23	17	12	9	6
ESE3	166	53	29	18	13	9	6	4	3
ESE4	136	67	41	28	20	15	11	8	5

Tabla 16. Fracción solar anual de Muro captador de calor seleccionado a partir del coeficiente Carga Colector (CCC), en la localidad de La Plata

## 8. ENERGÍAS RENOVABLES

### a. Diseño del sistema solar térmico para calefacción y ACS

El diseño del Sistema Solar Térmico consiste en una instalación solar térmica de baja temperatura para el suministro de Agua Caliente Sanitaria (ACS), calefacción mediante suelo radiante y climatización de la pileta (como sistema de disipación). El sistema auxiliar que complementara la instalación será con calderas eléctricas.

El estudio se realiza a partir de las necesidades energéticas de la vivienda. Para la instalación solar en estudio debe determinarse la demanda energética de ACS, la demanda energética de calefacción (calculada en el Balance Térmica con la simulación dinámica), y en verano se utiliza la pileta como sistema de disipación. A partir de estos datos se necesita saber:

- El sistema de captación
- el volumen de acumulación,
- el subsistema de intercambio,
- el subsistema de regulación y control
- el subsistema hidráulico.

### **Descripción del sistema**

#### **Tecnología solar térmica**

Una instalación solar térmica está constituida por los elementos de captación de la radiación solar, transformándola en energía térmica utilizable por un sistema mediante un fluido de trabajo y almacenando esta de forma eficiente, normalmente en otro fluido apto para el consumo. La acumulación se realiza mediante depósitos de acumulación para poder utilizarla en el momento de consumo con las menores pérdidas posibles.

Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por un sistema convencional auxiliar o de apoyo que puede o no estar integrado dentro de la misma instalación.

#### **Componentes de una instalación Solar Térmica**

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- **Sistema de captación:** está formado por los colectores solares, encargados de transformar la radiación solar incidente sobre los mismos en energía térmica aprovechable y transportada mediante un fluido de trabajo.

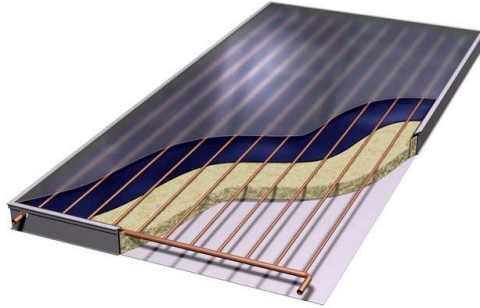
- **Sistema de acumulación:** constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- **Circuito hidráulico:** constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de transportar la energía térmica a través del fluido caliente hasta la acumulación.
- **Sistemas de intercambio:** que realizan la transferencia de la energía térmica desde el circuito de captadores hasta el consumo.
- **Sistema de regulación y Control:** que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro lado, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobre calentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.
- **Equipo de energía convencional auxiliar o de apoyo:** que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

### Colector Solar Térmico

El elemento más característico de una instalación solar son los captadores solares, sus partes principales son:

- **Cubierta:** elemento de material transparente a la radiación solar, suele usarse vidrio o policarbonato.
- **Absorbedor:** lámina metálica o varias aletas adheridas. Normalmente están fabricadas en cobre o aluminio, debido a su alto coeficiente de transmisión de calor, presentando algún tratamiento superficial (pintura) que mejore sus prestaciones. El más extendido es el absorbedor de parrilla, es decir, el constituido por varias tuberías paralelas que se unen a los conductos de distribución.
- **Aislamiento:** se coloca en los laterales y en el fondo de la carcasa, para disminuir la transmisión de calor hacia el exterior. Suele estar constituido por lana de vidrio y placas de poliuretano expandido.

- **Carcasa o Caja:** contenedor de los elementos del captador que suele ser de aluminio o acero galvanizado para soportar las condiciones exteriores.



### **Fluido caloportador**

El fluido caloportador que circula en su interior puede ser agua de red, agua con etilenglicol, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada.

Los colectores se encontrarán anclados al techo de la vivienda mediante un soporte adecuado y podrán estar conectados en serie, paralelo o serie-paralelo en función de la configuración.

Se debe proteger el sistema frente a heladas por lo que se fijará la temperatura mínima del sistema.

Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Para evitar sobrecalentamientos se deben dotar las instalaciones de dispositivos de control automático o manuales para evitar que dañen los equipos y se penalice la calidad del suministro energético.

### **La energía solar térmica y el suelo radiante**

La forma más habitual de calefacción por agua es la de radiadores alimentados desde calderas individuales o colectivas. Estos radiadores necesitan para funcionar eficazmente una temperatura relativamente alta, entre 70°C y 90°C.

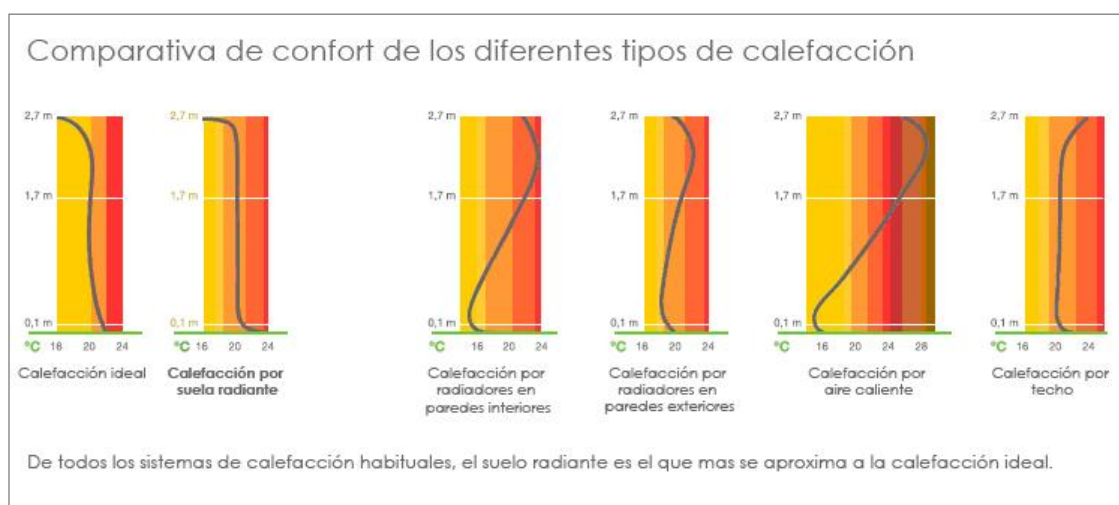
Esta temperatura es fácil de alcanzar y mantener mediante sistemas convencionales de energía pero no por un sistema de energía solar térmica. La única posibilidad de obtener una buena calefacción utilizando colectores solares es mediante la utilización de suelo radiante, ya que el sistema



funciona eficazmente a una temperatura muy inferior, en torno a los 40°C, siendo este un rango óptimo de funcionamiento para los colectores solares.

Las principales ventajas que aporta el suelo radiante son el confort y la salubridad entre las que se describen a continuación.

De todos los sistemas existentes de calefacción, el suelo radiante es el que mejor se ajusta al perfil óptimo de temperaturas del cuerpo humano. Este perfil es aquel en que la temperatura del aire a la altura de los pies es ligeramente superior a la temperatura del aire a la altura de la cabeza. Esto se traduce en una percepción, por parte del usuario del sistema, de una mayor sensación de confort.



El ahorro energético medio es aproximadamente del 20% respecto a si se calefacciona por radiadores y superior si se hace por convectores de aire. Para una misma sensación térmica percibida por el usuario, la temperatura ambiente de un local es inferior si dicho local se calefacciona mediante suelo radiante a si se realiza por otro sistema.

Otro factor que influye en el ahorro energético es la disminución de pérdidas de calor en la sala de calderas y en las conducciones hasta colectores debido a la menor temperatura del agua de impulsión y retorno en comparación con otros sistemas de calefacción

### Descripción de la instalación

El objetivo de la instalación solar es satisfacer la mayor demanda energética posible. En verano con la irradiación que se dispone se puede llegar a cubrir el 100% del consumo energético en agua caliente sanitaria y elevar la temperatura de la pileta (como sistema de disipación), en los meses de invierno se buscara lograr la mayor cobertura posible sin embargo existirá un déficit energético importante que se cubrirá con el sistema de apoyo de energía convencional.

A continuación vemos un esquema simplificado de una instalación solar para consumo de ACS, Calefacción y Pileta

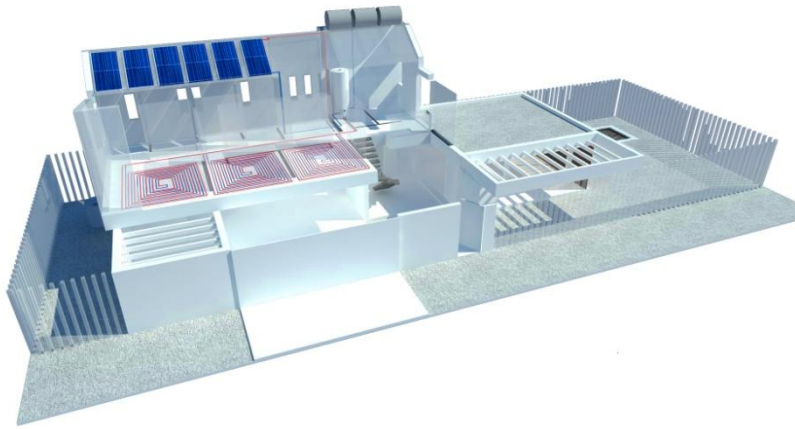


Imagen 32. Esquema conexión calefacción (elaboración propia)

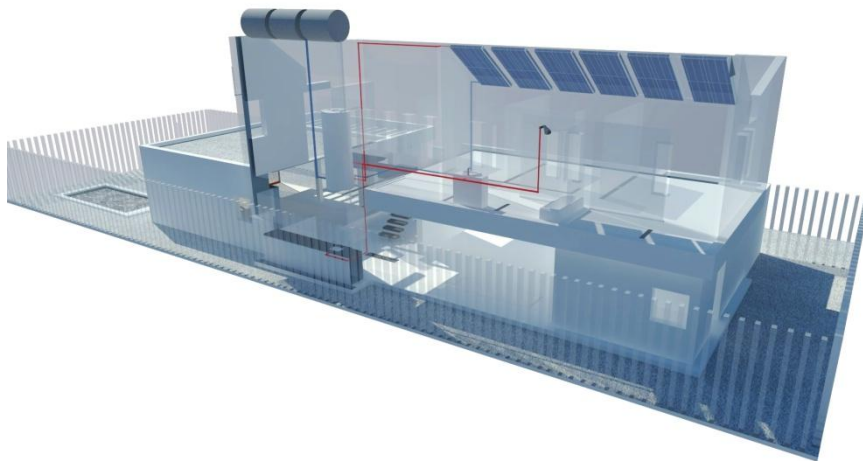


Imagen 33. Esquema conexión ACS (elaboración propia)

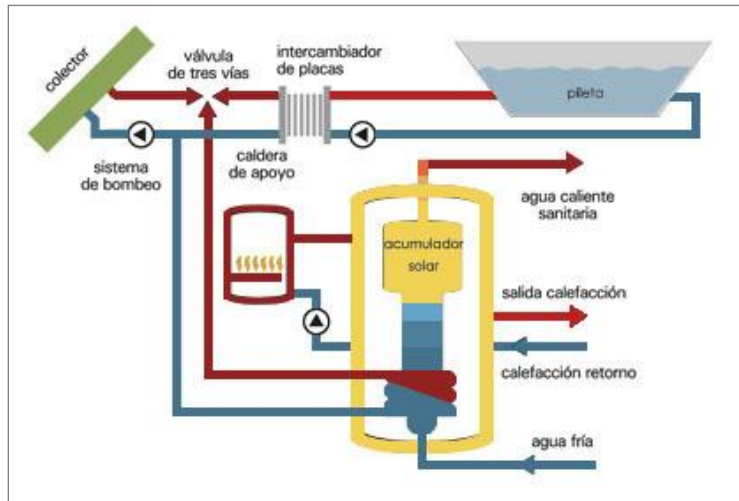


Imagen 34. Instalación del sistema solar térmico

La instalación solar de la VIVIENDA se puede clasificar en base a unos criterios:

**Por el principio de circulación** se clasifica como instalación por **circulación forzada**, ya que existen bombas circuladoras que mueven el fluido caloportador a lo largo de los distintos circuitos de la instalación.

**Por el sistema de transferencia** de calor se clasifica como **instalación de circuito indirecto** con intercambiador de calor dentro del tanque para el circuito primario.

**Por el sistema de expansión** se clasifica como instalación de **sistema cerrado**, debido a que el fluido de trabajo no está en contacto con el exterior y trabaja a una presión superior a la atmosférica.

Los criterios de partida para la determinación de la superficie colectora son los consumos energéticos y las aportaciones solares.

Para el diseño de la instalación solar se siguen las siguientes etapas:



## Cálculo de Sistema Solar Térmico

### Calculo de la Demanda Energética mensual

#### Calefacción

La carga térmica de calefacción calculada en el Balance Térmico, a partir de la Simulación Dinámica (energy plus) es el valor que se utiliza para el diseño del Sistema solar.

La siguiente tabla muestra la demanda energética mensual expresada en kWh que suma un total de 6.970,2 kWh por año siendo julio el mes de mayor carga, con 1503,7 kWh.

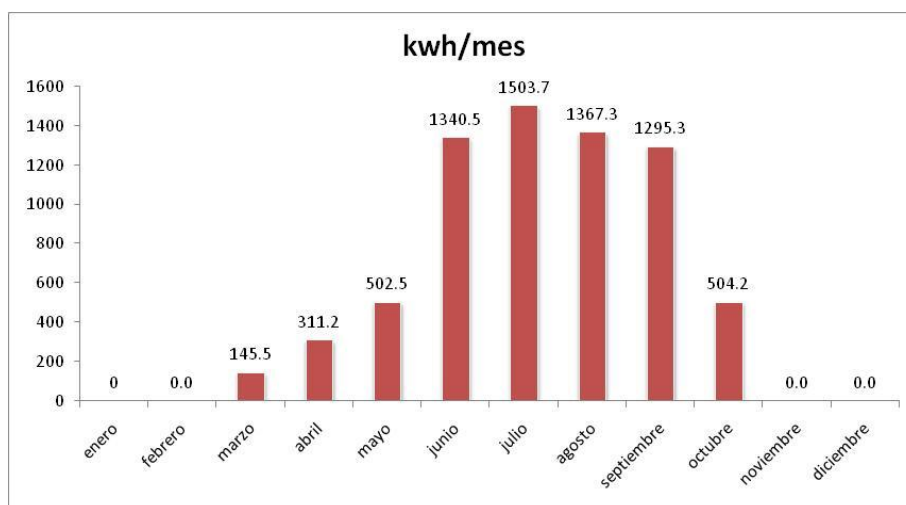


Gráfico 65. Demanda mensual de calefacción. Cálculo obtenido por la simulación dinámica EnergyPlus.

#### Agua Caliente Sanitaria

La instalación solar térmica persigue un aumento de la temperatura del agua de red hasta la temperatura de consumo o cercana a la misma. Las necesidades de agua caliente sanitaria son muy variables a lo largo del día y dependen de multitud de factores por lo que estimarlas en momentos concretos es complicado por ello se recurre a estimarlas a nivel diario.

La temperatura de distribución del agua caliente sanitaria que se propone para el diseño de la instalación es de 50°C en los puntos de consumo, y la de acumulación de 60°C.

Se considera que la VIVIENDA se encuadra dentro del parámetro de diseño, en la que se consumen 60 litros de agua caliente a 50 °C por día y por persona, teniendo en cuenta una ocupación promedio de 4 personas, las necesidades energéticas requerirán de un volumen de acumulación de 240 litros que podrá ser cubierto con un tanque de acumulación de 300 lt.

Considerando el calor específico del agua de 1 kCal/kg. °C y tomando como factor de conversión 0,00116 kWh/Kcal se obtiene la demanda mensual correspondiente al circuito de agua caliente.

$$DEmes = Q \times CeH_2O \times \Delta T \times n^{\circ}días\ mes$$

Mes	Nº Dias/mes	T <sub>AF</sub> °C	T <sub>AFS</sub> °C	Q (lt/mes)	DEmes (kwh/mes)
Enero	31	12	50	7440	328
Febrero	28	12	50	6720	296
Marzo	31	12	50	7440	328
Abril	30	12	50	7200	317
Mayo	31	12	50	7440	328
Junio	30	12	50	7200	317
Julio	31	12	50	7440	328
Agosto	31	12	50	7440	328
Septiembre	30	12	50	7200	317
Octubre	31	12	50	7440	328
Noviembre	30	12	50	7200	317
Diciembre	31	12	50	7440	328
<b>TOTAL</b>					<b>3861</b>

Tabla17. Cálculo de la demanda mensual de ACS.

Las necesidades anuales de ACS (la suma de todos los meses del año) sería de **3.861 kWh/año**.

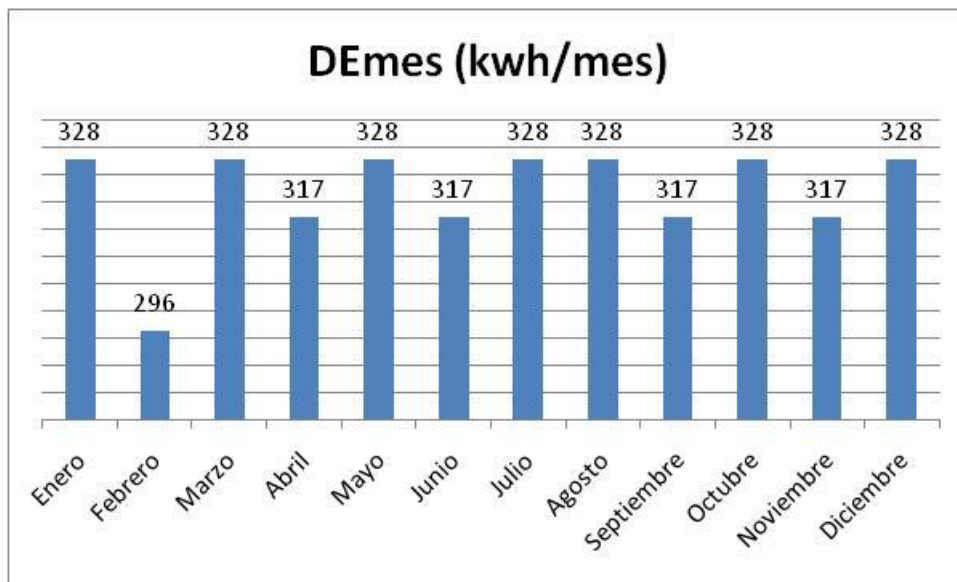


Gráfico 66. Demanda mensual de ACS (elaboración propia)

## **Pileta**

En los meses de Octubre a Marzo al contar con una demanda energética de calefacción muy baja o nula, el exceso de calor se utiliza para elevar la temperatura del agua de la pileta descubierta y con ello ampliar la temporada de baño.

Utilizando de esta manera la pileta como elemento de disipación.

Para las piletas al aire libre las pérdidas de calor son:

- **Pérdidas por radiación:** se acentúan por la noche al ser la temperatura media de la atmósfera sensiblemente inferior a la del día.
- **Pérdidas por convección:** se producen al estar en contacto el aire con la superficie del agua. Varían en función de la velocidad de éste, aumentando cuando aumenta la velocidad.
- **Pérdidas por evaporación:** dependen de la humedad atmosférica, de la temperatura del aire y de la velocidad del viento. Cuanto mayor sea la velocidad del viento y menor la humedad, mayor serán las pérdidas por evaporación.
- **Pérdidas por conducción:** a través de las paredes y el fondo de la pileta.
- 

Se determinan los siguientes parámetros de diseño:

- Al ser una pileta de uso privado, la temperatura debe ser de 27 a 28°C.
- La superficie de la pileta es de  $2 \times 5 = 10\text{m}^2$ .
- Solo se considera ampliación del horario de uso de la pileta cuando la temperatura ambiente es mayor a 18 °C. Los meses de uso considerados son de Octubre a Abril.
- Por la orientación actual de la pileta, al Norte y Oeste de la casa, se considera que recibe sol durante el periodo del mediodía y la tarde.
- 

## **Evaluación del recurso solar disponible**

El objetivo es determinar la cantidad de **kWh/m<sup>2</sup>.día**, emitidos por el sol a lo largo del año, que no es más que la energía potencial con que disponemos en la zona en estudio.

## **Características energéticas del lugar**

La vivienda tiene una orientación Norte, ubicada en una esquina. La amplia superficie del techo, permite orientar los colectores hacia el Norte Geográfico (18°C en relación al norte) y lograr así maximizar la captación.

Para el diseño de la instalación solar se deben tener en cuenta, además de la orientación, los datos climatológicos tales como la temperatura ambiente, la temperatura del agua de red y datos de irradiación solar propios de la localización.

Para la valoración de la radiación solar se obtuvieron datos históricos de 5 años consecutivos (2000 a 2005) del sitio de la NASA (Surface Meteorology and Solar Energy) para la localización en estudio.

En el gráfico siguiente se muestra la evolución mensual de la Radiación solar promedio diaria para la ubicación de latitud: 34° 5´ S y longitud: 58° 5´ O y para un plano horizontal e inclinado:

**Parameters for Tilted Solar Panels:**

Monthly Averaged Radiation Incident On An Equator-Pointed Tilted Surface (kWh/m <sup>2</sup> /day)													
Lat -34.5 Lon -58.5	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
SSE HRZ	7.05	6.09	4.93	3.64	2.75	2.22	2.46	3.32	4.54	5.35	6.44	6.97	4.64
K	0.58	0.56	0.55	0.52	0.52	0.49	0.51	0.53	0.56	0.53	0.55	0.56	0.54
Diffuse	2.31	2.09	1.69	1.28	0.94	0.82	0.87	1.11	1.47	1.99	2.31	2.46	1.61
Direct	7.06	6.16	5.42	4.57	4.18	3.59	3.89	4.60	5.40	5.28	6.19	6.69	5.25
Tilt 0	7.01	6.06	4.86	3.61	2.70	2.20	2.43	3.22	4.49	5.22	6.41	6.92	4.39
Tilt 19	6.83	6.17	5.30	4.28	3.48	2.96	3.21	3.94	5.06	5.44	6.31	6.68	4.97
Tilt 34	6.31	5.91	5.34	4.56	3.89	3.38	3.63	4.29	5.22	5.31	5.89	6.12	4.98
Tilt 49	5.48	5.36	5.10	4.60	4.09	3.61	3.85	4.39	5.10	4.92	5.19	5.27	4.74
Tilt 90	2.55	2.87	3.25	3.50	3.47	3.22	3.36	3.49	3.50	2.79	2.54	2.43	3.08
OPT	7.02	6.19	5.36	4.61	4.10	3.66	3.88	4.39	5.22	5.44	6.43	6.92	5.27
OPT ANG	4.00	14.0	29.0	44.0	54.0	59.0	57.0	48.0	35.0	19.0	6.00	1.00	30.9

NOTE: Diffuse radiation, direct normal radiation and tilted surface radiation are not calculated when the clearness index (K) is below 0.3 or above 0.8.

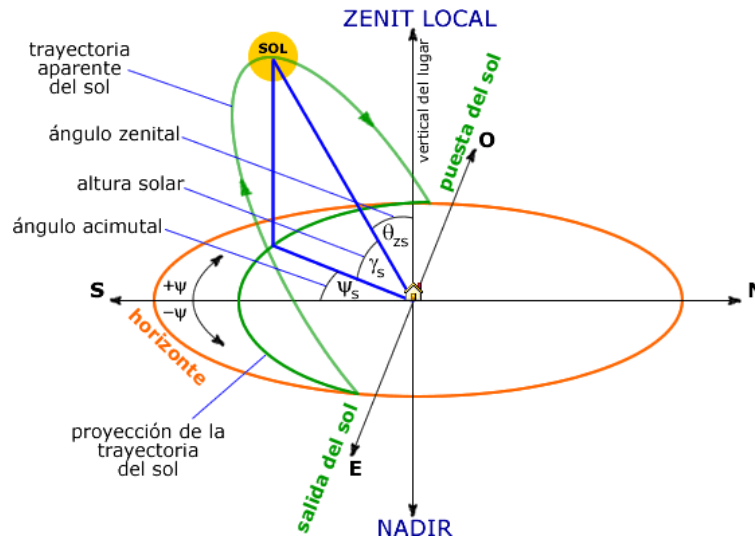
[Parameter Definition](#)

Tabla 18. Radiación solar (kWh/m<sup>2</sup>día) para diferentes inclinaciones (LATITUD 34,4)<sup>14</sup>

Como se observa en el gráfico, la radiación solar en un plano horizontal varía durante el año siendo máxima en los meses de verano, llegando a su máximo en enero con 7,01 kWh/m<sup>2</sup>.día y se reduce durante los meses de invierno, llegando a valores de 2,20 kWh/m<sup>2</sup>.día.

Para lograr optimizar el recurso durante todo el año, aumentar la captación y obtener un recurso más estable durante los meses de invierno, los paneles solares son inclinados hacia el norte geográfico en un ángulo que llamamos β: ángulo zenital ("Inclinación") y orientados hacia el norte en el ángulo que llamamos γ: ángulo acimutal ("Orientación").

<sup>14</sup>NASA. [https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=122056&lat=34.5&submit=Submit&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid\\_id&p=ret\\_tft0&step=2&lon=-58.5](https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=122056&lat=34.5&submit=Submit&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=ret_tft0&step=2&lon=-58.5)



Existen varias posibilidades para la inclinación de las superficies colectoras

- **Inclinación óptima anual:** Produce la mayor captación en forma anual
- **Inclinación óptima para el mes más desfavorable (Junio):** nos permite maximizar la captación en el mes de peores condiciones
- **Inclinación variable en un eje N-S:** El eje que rota es el de dirección norte-Sur
- **Inclinación variable en dos ejes (seguidores solares):** Igual que el anterior pero con otro eje de rotación acimutal.

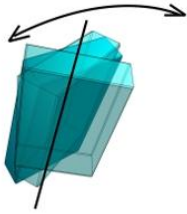
### Selección de Orientación e Inclinación

Para el cálculo de la radiación solar en un plano con inclinación y orientación diferentes a  $\beta=0$  y  $\gamma=0$ , se realiza una metodología de cálculo a partir de los datos obtenidos de la NASA. A partir del cálculo se obtiene el dato de la radiación solar promedio diaria para la inclinación.



a. elección de la Orientación:  $\gamma$

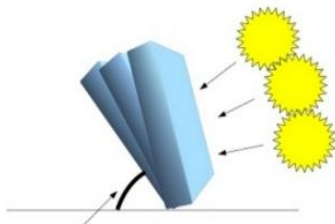
Para el presente estudio, por la amplia superficie disponible y libre de sombras con la que se cuenta en la cubierta, se elige la orientación de la vivienda hacia el  $18^\circ$  del norte geográfico, es decir con  $\gamma=18^\circ$ .



b. elección de la Inclinación:  $\beta$

Debe realizarse el cálculo de la inclinación óptima de los paneles para lograr optimizar el recurso solar. En este caso, se tomó la latitud como inclinación de los paneles

( $35^\circ$ )



Por medio de esta inclinación óptima se logra maximizar la captación durante los meses de invierno en que se requiere mayor cobertura para el sistema de calefacción. Se obtiene con esta inclinación promedio anual de **4,98 kWh/m<sup>2</sup>.día**.

En los gráficos siguientes se muestra la energía disponible de forma mensual con la inclinación del panel a  $35^\circ$ .

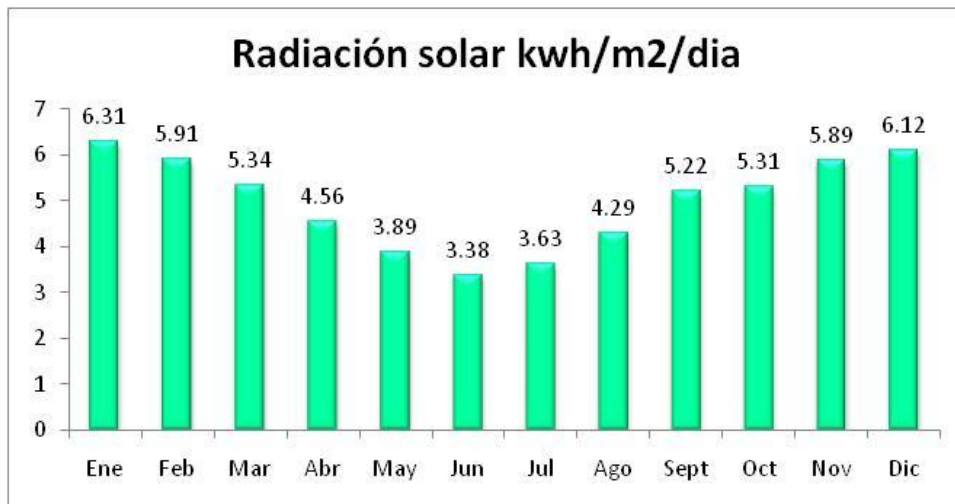


Gráfico 67. Radiación solar mensual (kWh/m2dia) para una inclinación de 34° (LATITUD 34,4)

**Colector:**

<b>Superficie Unitaria</b>	2 m2
<b>Número de colectores</b>	6 colectores
<b>Sc: Superficie de colección</b>	12 m2
<b>Volumen Acumulación</b>	800 lt
<b>Temperatura colector</b>	50 °C

Mes	Radiación solar kwh/m2/dia	Nº Dias/mes	Rendimiento promedio por panel %	Cantidad de paneles m2	Energía producida por paneles kwh
Ene	6.31	31	65	12	1525.758
Feb	5.91	28	65	12	1290.744
Mar	5.34	31	65	12	1291.212
Abr	4.56	30	65	12	1067.04
May	3.89	31	65	12	940.602
Jun	3.38	30	65	12	790.92
Jul	3.63	31	65	12	877.734
Ago	4.29	31	65	12	1037.322
Sept	5.22	30	65	12	1221.48
Oct	5.31	31	65	12	1283.958
Nov	5.89	30	65	12	1378.26
Dic	6.12	31	65	12	1479.816
					<b>14184.846</b>

Tabla 19. Energía producida mensualmente por los 6 colectores solares de agua caliente (kWh).

## Cálculo de la Cobertura solar

El objetivo que se busca es el de optimizar la cobertura de demanda de calefacción los meses de junio y julio y lograr al mismo tiempo cubrir la mayor demanda de ACS durante todo el año.

Se elige una instalación con la que se obtiene **una cobertura solar anual del 65% de las demandas de Calefacción y ACS**. El sistema solar aporta el 48 % de la demanda de energía de calefacción para los meses de junio y julio, con una temperatura promedio de diseño en los espacios interiores de 20°C. A su vez, en los meses que no se requiere calefacción, luego de cubrir el 100% de la demanda de ACS, se utiliza la energía sobrante para calefaccionar la pileta.

Se considera un uso permanente de la casa, es decir que el diseño de la instalación considera demanda anual total de todos los sistemas.

Con el esquema de instalación propuesto, el sistema solar genera **14.184,85 kWh/Año**. En el grafico siguiente se muestra como varia la cobertura a lo largo del año:

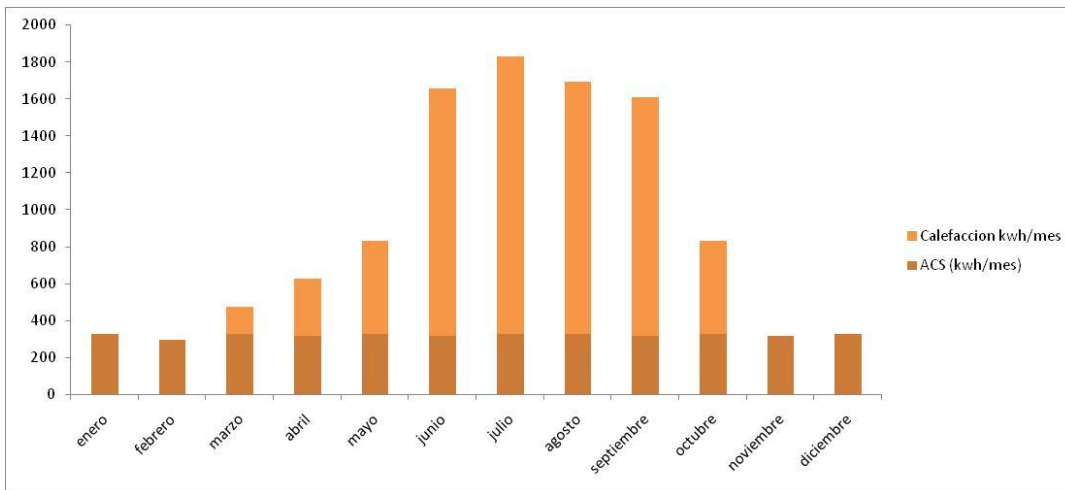


Gráfico 68. Demanda mensual de calefacción + ACS

	ACS (kwh/mes)	Calefaccion kwh/mes	DEMANDA TOTAL	Energía paneles kwh	COBERTURA SOLAR	COBERTURA SOLAR
enero	328	0	328	1525.758	465%	100%
febrero	296	0	296	1290.744	436%	100%
marzo	328	145.5	473	1291.212	273%	100%
abril	317	311.2	629	1067.04	170%	100%
mayo	328	502.5	830	940.602	113%	100%
junio	317	1340.5	1658	790.92	48%	48%
julio	328	1503.7	1832	877.734	48%	48%
agosto	328	1367.3	1695	1037.322	61%	61%
septiembre	317	1295.3	1613	1221.48	76%	76%
octubre	328	504.2	832	1283.958	154%	100%
noviembre	317	0	317	1378.26	434%	100%
diciembre	328	0	328	1479.816	451%	100%
<b>Total Anual</b>	<b>3861</b>	<b>6970</b>	<b>10832</b>	<b>14185</b>	<b>10323</b>	<b>100%</b>

Tabla 20. Cobertura solar mensual a partir de la demanda total y la energía producida por los paneles.

## **b. Diseño del sistema Fotovoltaico para generación de electricidad**

### **Propuesta del sistema generador de energía eléctrica.**

Se plantea un sistema Solar fotovoltaico de autoconsumo de dimensión arbitraria para generar energía eléctrica para consumo propio.

Se denomina **microgeneración** a la generación de energía eléctrica en baja escala. Una rama importante de la microgeneración la conforma la proveniente de las energías renovables. Se pueden diferenciar dos tipos distintos de microgeneración, aquella que tiene un fin comercial donde se encuentran proyectos desde cientos de KW hasta de 1 MW, y la domiciliaria la cual son instalaciones de pocos kW.

Al hablar de microgeneración domiciliaria debemos tener en cuenta que la cantidad de energía generada depende de la existencia suficiente del recurso, y cuando se utilizan fuentes renovables como la eólica, solar o hidráulica, el mismo es muy variable en el tiempo, ya sea durante el día o estacional, y dependiente de factores climáticos. Para citar un ejemplo, se dispone de algunas horas en el día de radiación solar, y lo mismo ocurre con el viento que puede variar a cada momento. En función de la demanda de energía se puede contar con modos de respaldo para obtener energía eléctrica de un modo más firme. Los sistemas de microgeneración pueden dividirse en dos tipos, los sistemas AISLADOS y los sistemas CONECTADOS A LA RED.

En el caso de **sistemas aislados**, la generación es para autoconsumo en el lugar que se genera, ya que no hay una interconexión con otros puntos y no existe la posibilidad de transmitirla. En este tipo de sistemas se colocan baterías, las cuales se cargan cuando el recurso está disponible en exceso, y entregan energía –de acuerdo a su capacidad- en los momentos en que el recurso no está disponible en la cantidad demandada.

En el caso de los **sistemas conectados a la red**, estos poseen un Microgenerador para autoconsumo, pero además tienen un punto de conexión a la red eléctrica, lo que permite el intercambio de energía. En estos sistemas no es necesario el disponer de baterías como medio de acumulación, ya que se puede hacer uso de la energía de la red eléctrica cuando no se genera. Adicionalmente, este tipo de conexión permite entregar energía a la red eléctrica cuando la misma es generada en exceso para la demanda del local.

## Evaluación del recurso solar disponible

El objetivo es determinar la cantidad de **kWh/m<sup>2</sup>.día**, emitidos por el sol a lo largo del año, que no es más que la energía potencial con que disponemos en la zona en estudio.

### Características energéticas del lugar

La orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos seguirán la orientación de la vivienda, y la misma inclinación - orientación que los paneles de agua. La instalación fotovoltaica tendrá entonces un ángulo acimut, de orientación, de 18 ° hacia el ESTE y un ángulo  $\beta$ , de inclinación de 35 °.

Se muestra a continuación la energía disponible con la inclinación elegida y la comparación entre el recurso solar que se tendría sin inclinación.

*Parameters for Tilted Solar Panels:*

Monthly Averaged Radiation Incident On An Equator-Pointed Tilted Surface (kWh/m <sup>2</sup> /day)													
Lat -34.5 Lon -58.5	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
SSE HRZ	7.05	6.09	4.93	3.64	2.75	2.22	2.46	3.32	4.54	5.35	6.44	6.97	4.64
K	0.58	0.56	0.55	0.52	0.52	0.49	0.51	0.53	0.56	0.53	0.55	0.56	0.54
Diffuse	2.31	2.09	1.69	1.28	0.94	0.82	0.87	1.11	1.47	1.99	2.31	2.46	1.61
Direct	7.06	6.16	5.42	4.57	4.18	3.59	3.89	4.60	5.40	5.28	6.19	6.69	5.25
Tilt 0	7.01	6.06	4.86	3.61	2.70	2.20	2.43	3.22	4.49	5.22	6.41	6.92	4.59
Tilt 19	6.83	6.17	5.30	4.28	3.48	2.96	3.21	3.94	5.06	5.44	6.31	6.68	4.97
Tilt 34	6.31	5.91	5.34	4.56	3.89	3.38	3.63	4.29	5.22	5.31	5.89	6.12	4.98
Tilt 49	5.48	5.36	5.10	4.60	4.09	3.61	3.85	4.39	5.10	4.92	5.19	5.27	4.74
Tilt 90	2.55	2.87	3.25	3.50	3.47	3.22	3.36	3.49	3.50	2.79	2.54	2.43	3.08
OPT	7.02	6.19	5.36	4.61	4.10	3.66	3.88	4.39	5.22	5.44	6.43	6.92	5.27
OPT ANG	4.00	14.0	29.0	44.0	54.0	59.0	57.0	48.0	35.0	19.0	6.00	1.00	30.9

NOTE: Diffuse radiation, direct normal radiation and tilted surface radiation are not calculated when the clearness index (K) is below 0.3 or above 0.8.

Tabla 21. Radiación solar (kWh/m<sup>2</sup>día) para diferentes inclinaciones (LATITUD 34,4)<sup>15</sup>

Como se observa en el gráfico, la radiación solar en un plano horizontal varía durante el año siendo máxima en los meses de verano, llegando a su máximo en enero con 7,01 kWh/m<sup>2</sup>.día y se reduce durante los meses de invierno, llegando a valores de 2,20 kWh/m<sup>2</sup>.día.

Por medio de esta inclinación 34° se logra maximizar la captación durante los meses de invierno en que se requiere mayor cobertura para el sistema de calefacción. Se obtiene con esta inclinación promedio anual de **4,98 kWh/m<sup>2</sup>.día**.

<sup>15</sup>NASA. <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=122056&lat=>

[34.5&submit=Submit&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid\\_id&p=ret\\_tft0&step=2&lon=-58.5](https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=122056&lat=34.5&submit=Submit&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=ret_tft0&step=2&lon=-58.5)

## Componentes del sistema fotovoltaico

Se considera 3 módulos fotovoltaicos en paralelo:

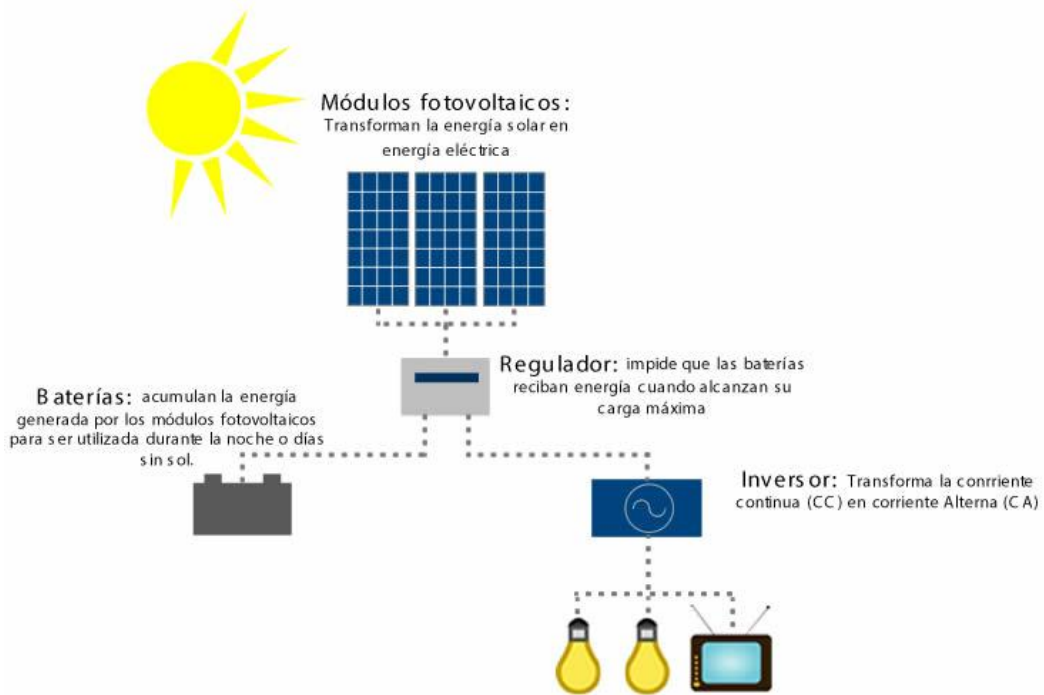
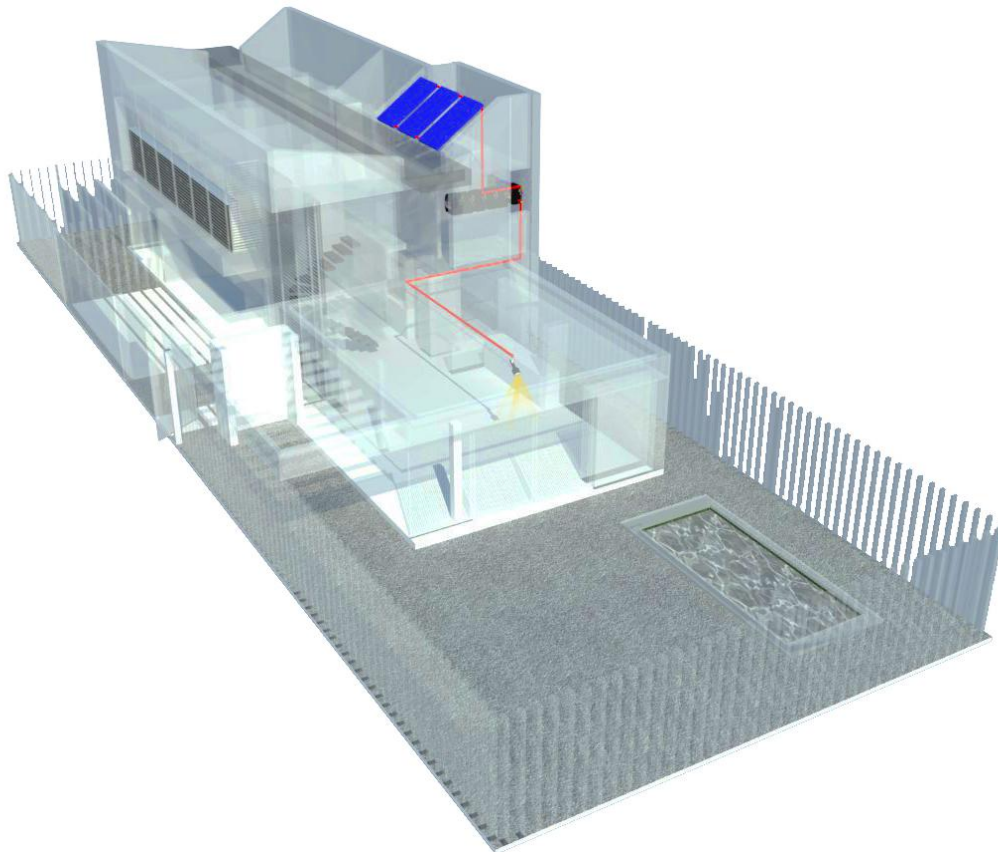


Figura 3. Instalación y componentes del Sistema solar Fotovoltaico



**Paneles Fotovoltaicos:** LV-ENERGY policristalino de alta eficiencia con una potencia pico de 250W . Los paneles solares o módulos fotovoltaicos están constituidos por celdas las cuales transforman la energía solar en energía eléctrica.

Se clasifican por su potencia pico en condiciones estándar (Radiación: 1000 W/m<sup>2</sup> ; Temperatura de celda 25°C)



**Regulador:** La función del regulador es impedir que las baterías se sobrecarguen cuando alcanzan su carga máxima.

Tomando para este caso reguladores de 48v y de 60A, utilizando lo máximo para poder crecer, agregando más paneles en un futuro.



**Baterías:** La función de las baterías es acumular la energía generada por los paneles solares para poder utilizarla en cualquier momento. Se colocan 8 baterías de 220 Ah.



**Inversor:** La función del inversor es transformar la corriente continua del banco de baterías de 48v en corriente alterna de 220v 50 Hz.

El inversor/cargador tiene la posibilidad de cargar las baterías en caso de exceso de consumo o falta de sol. Inversor de 2000W



### Estimación de la producción de energía del sistema fotovoltaico

Una vez propuesto el arreglo fotovoltaico para el sistema, el cual está compuesto por 3 módulos fotovoltaicos de 250Wp en paralelo y un inversor de 2000W, se procede al cálculo de la energía a generar por dicho sistema teniendo en cuenta el recurso solar existente en la zona.

Mes	kwh/m2/día	Nº Dias/mes	Potencia pico 3 paneles de 250Wp	Performance ratio	Energía kWh/mes	Energía promedio diario Wh/día
Enero	6.31	31	0.75	0.8	117.366	3786
Febrero	5.91	28	0.75	0.8	99.288	3546
Marzo	5.34	31	0.75	0.8	99.324	3204
Abril	4.56	30	0.75	0.8	82.08	2736
Mayo	3.89	31	0.75	0.8	72.354	2334
Junio	3.38	30	0.75	0.8	60.84	2028
Julio	3.63	31	0.75	0.8	67.518	2178
Agosto	4.29	31	0.75	0.8	79.794	2574
Septiembre	5.22	30	0.75	0.8	93.96	3132
Octubre	5.31	31	0.75	0.8	98.766	3186
Noviembre	5.89	30	0.75	0.8	106.02	3534
Diciembre	6.12	31	0.75	0.8	113.832	3672
					<b>1091.142</b>	

Tabla 22. Energía producida mensualmente por los 3 paneles fotovoltaicos (kWh).



## Utilización de la energía generada

	Cantidad	Potencia Unitario	Horas al día promedio	Energía Total Diario Wh/día
Luz Led	15	8	4	480
Luminarias exteriores	6	8	5	240
Bomba de Riego	1	1000	0.5	500
TV	2	70	1	140
Modem	1	15	24	360
Notebooks	2	60	4	480
				2200

Tabla 23. Utilización de la energía producida por el sistema solar fotovoltaico

## 9. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA DE LLUVIA

### Fundamentos

El sistema de captación de agua de lluvia consta de los siguientes elementos

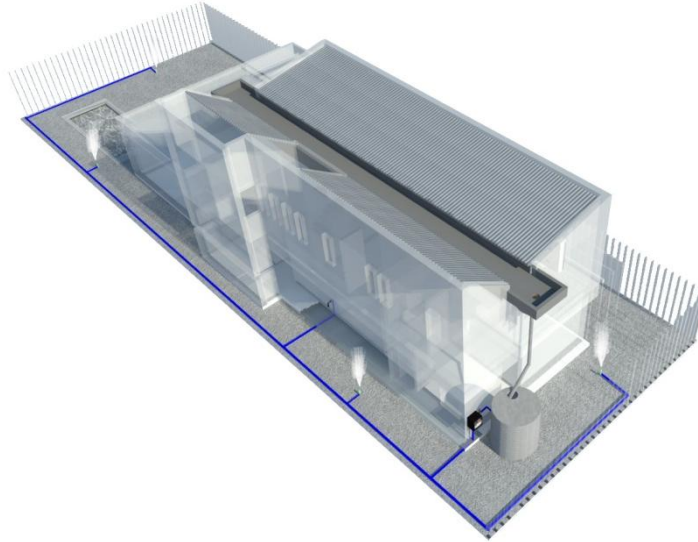


Imagen 35. Instalación del sistema de recolección de agua de lluvias (elaboración propia)

- **Área de captación**

Consiste en el techo inclinado siendo esta una superficie de 100 m<sup>2</sup>. El material de esta cubierta es de chapas de zinc y no contener ningún impermeabilizante que pueda aportar sustancias tóxicas a la misma.

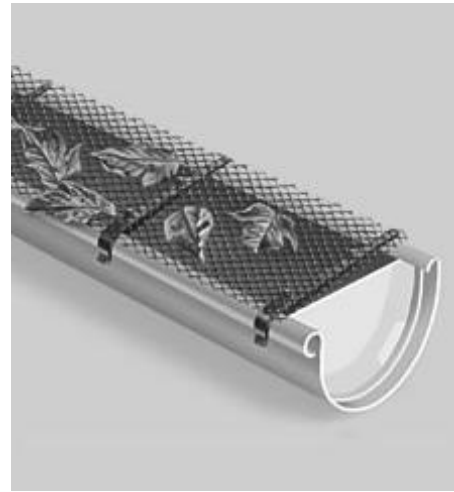
- **Conductos de agua**

Ya sea la propia inclinación de la cubierta y/o una serie de canaletas y conductos que dirijan el agua captada al depósito. Deben de dimensionarse correctamente para evitar que se desborden y que se pueda desaprovecharse parte del agua.

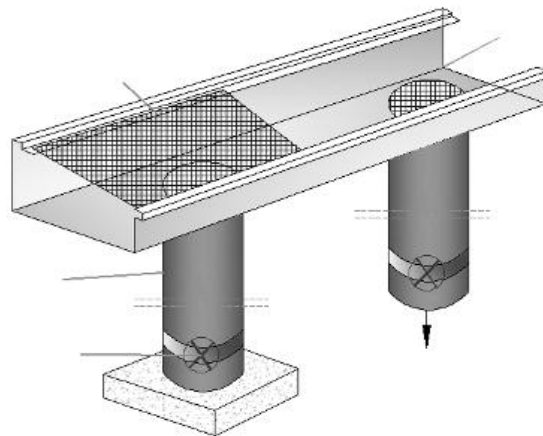
El sistema de conducción se refiere al conjunto de canaletas o tuberías de diferentes materiales y formas que conducen el agua de lluvia del área de captación al sistema de almacenamiento a través de bajadas con tubo de PVC.

Las canaletas se instalan en los bordes más bajos del techo, en donde el agua de lluvia tiende a acumularse antes de caer al suelo; el material debe ser liviano, resistente, fácil de unir entre sí, debe combinar con los acabados de las instalaciones (zonas urbanas), que no contamine con compuestos orgánicos o inorgánicos (por lo que se recomienda se coloquen mallas que detengan basura, sólidos y hojas, para evitar la obstrucción del flujo en la tubería de

conducción; así mismo, realizar en los techos labores de limpieza al inicio de la época de lluvias.



Los materiales utilizados son: aluminio, lámina galvanizada, PVC y recursos maderables de cada región. Actualmente se ha visto que los arquitectos, ingenieros y dueños de casas consideran estructuras diversas para la colección del agua de lluvia. En la figura se muestra el diagrama de un sistema de colección y trampa de sólidos.



- **Filtros**

Estos deben de eliminar el polvo y las impurezas que porte el agua. Existen múltiples sistemas de filtrado que van desde la simple eliminación de las impurezas más gruesas hasta los sistemas que permiten la potabilización y el pleno uso del agua. También existen filtros que permiten desechar automáticamente los primeros litros de agua recolectados en cada lluvia para permitir un lavado de la superficie colectora que elimine las impurezas que pueda haber.

- **Depósitos**

Son los espacios en los que queda almacenada el agua recolectada. Serán de 2000 litros de depósitos plásticos especialmente acondicionados para contener esta agua.

Sistemas de control- Estos son sistemas opcionales que gestionan la alternancia de la utilización del agua de la reserva y de la red general. Es decir cuando el agua de lluvia se acaba pasa automáticamente a suministrar agua de la red. En el momento que vuelve a llover y se recarga el depósito pasa de nuevo a emplear el agua de la red.

### **Beneficios de la recolección de agua**

- Supone un auto suministro gratuito de un tipo de agua de gran calidad que permite obtener una independencia parcial o incluso total de las redes de suministro público o de extracción
- Puede ayudar a aliviar de forma importante el exceso de la demanda de las redes de suministro público, contribuyendo a la mejor conservación de las reservas públicas para casos de escasez.
- Supone un ahorro energético importante al no tener que emplear electricidad para bombear al menos una parte del agua que se va a usar desde las reservas al lugar de uso.
- Puede suponer un alivio para la red de drenaje público al no verter a ella el agua que cae en los techos.
- Puede ayudar a permitir la recuperación de los acuíferos subterráneos en las zonas urbanas en las que la obtención principal del agua provenga de ellos. Al emplearse el agua de la lluvia se deja de extraerla del subsuelo y con ello se permite su recuperación.
- Ayuda a sensibilizar y a establecer una relación directa con el entorno que nos rodea

### **¿Qué se puede hacer con el agua de lluvia?**

El agua de lluvia es esencialmente agua destilada. El agua de destilada es técnicamente potable e incluso algunos la consideran el agua mejor para beber. No obstante no se recomienda utilizar el agua directamente captada de la lluvia para los usos en los que se requiere agua potable. Ello se debe a que la atmósfera contiene contaminantes suspendidos que se precipitan con las gotas de lluvia a los que se puede sumar otros que puede haber en las áreas de captación y que pueden tornar este agua no potable

Tal como se recolecta el agua, si se le quitan las partículas suspendidas que puede llevar por medio de un filtro grueso, se puede emplear para muchas actividades en las que no se requiere agua potable. Así para los baños (WC), para regar, para lavar los autos, para lavar la ropa es posible emplear este tipo

de agua sin problema alguno. Además, esta agua al no contener ninguna cal, protegerá las tuberías y los conductos de equipos alargando su vida útil.

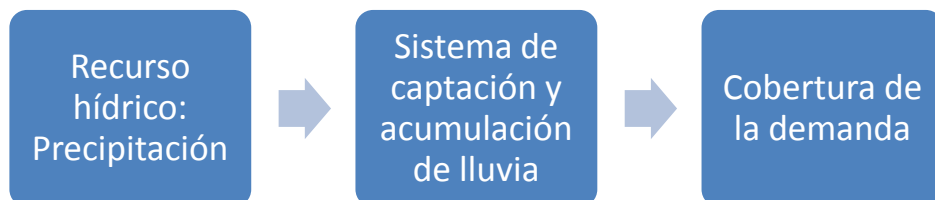
Para lograr un uso selectivo de agua de lluvia para las actividades mencionadas en muchos casos se instalan dos redes de agua. Una conectada a la red general que cubra el consumo de agua potable (duchas, lavaplatos etc.) y otra de agua de lluvia que vaya hacia los baños, lavado, y cañerías del lavadero. Se recomienda jamás mezclar el agua de la red con el agua de la lluvia en ningún momento del trazado ya que existe la posibilidad de con ello contaminar el agua de la red general.

Existen por otro lado técnicas y procedimientos para potabilizar el agua de lluvia que permite un uso pleno de la misma. Se trata de su paso por distintos tipos de filtros, su esterilización y su cloración. Estos en general son más complejos y conviene tener un control periódico de los mismos para asegurar la calidad de la misma.

### **Dimensionamiento y Diseño del Sistema**

Siguiendo las consideraciones arriba mencionadas acerca del uso del agua recolectada de lluvia se realizara un estudio de la demanda para agua de riego.

Para el diseño del sistema de recolección de agua de lluvia, se estudia la demanda y la superficie de captación disponible y el comportamiento del sistema a lo largo del año. El análisis se realiza bajo la siguiente concepción sistémica.



### **Datos Meteorológicos**

Para realizar un diseño que cubra las necesidades con cierta probabilidad, se debe estudiar el recurso hídrico del lugar, ya que este tiene carácter estocástico.

En el siguiente gráfico se puede observar el promedio histórico de precipitaciones para la ubicación en estudio.

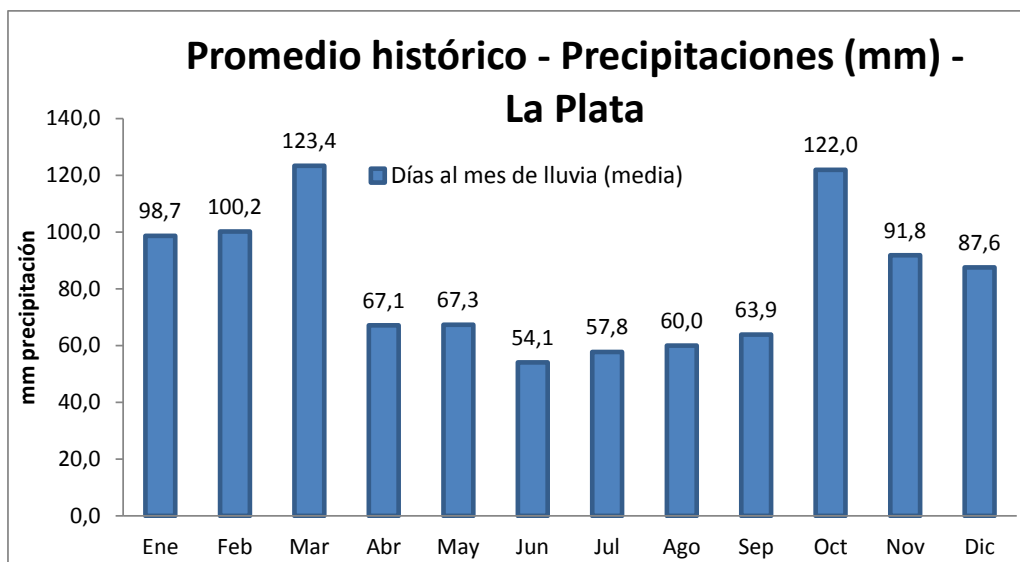


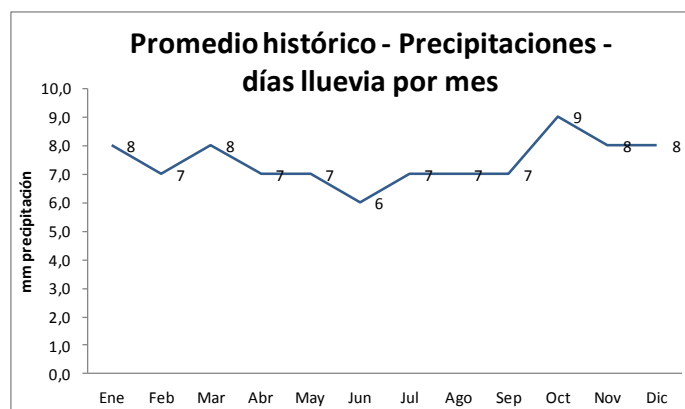
Tabla 24. Promedio histórico de Precipitaciones (mm) La Plata.<sup>16</sup>

A continuación se puede ver una tabla en la que se muestra el comportamiento de precipitaciones mensual.

Mes	Precipitación Promedio histórico (mm)	Días al mes de lluvia (media)	Promedio mm por lluvia
Ene	98,7	8	12,3
Feb	100,2	7	14,3
Mar	123,4	8	15,4
Abr	67,1	7	9,6
May	67,3	7	9,6
Jun	54,1	6	9,0
Jul	57,8	7	8,3
Ago	60,0	7	8,6
Sep	63,9	7	9,1
Oct	122,0	9	13,6
Nov	91,8	8	11,5
Dic	87,6	8	11,0
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>993,9</b>	<b>89,0</b>	

La cantidad total promedio de lluvias por mes se divide en distintas cantidades de días de lluvia por mes como se puede observar en el siguiente gráfico

<sup>16</sup> Estación Metodológica Nacional



### Cálculo de demanda de agua

Se evalúa para el estudio la demanda de agua para riego de la casa en función de las dimensiones del jardín:

#### **DEMANDA**

Metros cuadrados de jardín	222
Riego 3-6 lts/m <sup>2</sup>	3.26
Días de lavado al mes	20
<b>Demanda Total por mes</b>	<b>14483.3 litros/mes</b>
<b>Demanda Total por años</b>	<b>173800 litros/año</b>

### Cálculo de la Superficie de Acumulación

En función de las dimensiones del techo de la casa se determina la superficie disponible de acumulación para definir el recurso disponible.

<u>Superficie de techo (m<sup>2</sup>):</u>	100
<u>Coefficiente: Escurrimiento</u>	0,90
<u>Área efectiva</u>	90
<u>(litros)</u>	2000
<u>m<sup>3</sup></u>	2

## Evolución del Stock de lluvia

Se realiza el estudio de la evolución del sistema de almacenamiento.

<b>Máx día (mm)</b>	15.4
<b>Precipitación (mm) Año:</b>	993.9
Precipitación sobre el techo (m3)	99.3
<b>TAMAÑO TANQUE (m3)</b>	
Recolectado/Demanda	2 0.6

Cobertura de demanda

Considerando el recurso de lluvias y los parámetros de diseño:

- La demanda de agua predeterminada de **173,8 m<sup>3</sup>** de agua por año

Se puede ver que con el area disponible de 100 m<sup>2</sup> se lograria cubrir el 60% de la demanda del agua para riego del jardin.

### Stockout/Faltante

Se entiende por faltante, al agua que se deberá entregar al tanque de riego, mediante la extracción de agua de napa por no poder suplir con agua de lluvia por indisponibilidad.



## 10. DISEÑO DE TECHO VERDE

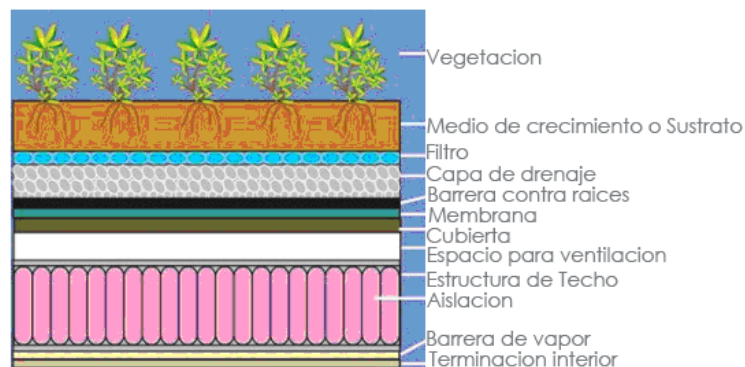
El paso acelerado del crecimiento moderno ha afectado muchos de los procesos naturales del planeta donde se han alterado los ciclos del agua y del aire, entre otras cosas. Para restablecer el balance en los ecosistemas, se deben encontrar formas de generar más espacios verdes. Los espacios verdes – áreas abiertas cubiertas con vegetación – benefician a sus habitantes, ya que controlan factores como la temperatura, absorben agua de lluvia, desaceleran el escurrimiento, fomentan la biodiversidad y mejoran la salud humana.

En este contexto fue que comenzaron a aprovecharse los techos de las edificaciones para incrementar los espacios verdes.

### Generalidades

Techo verde, en su definición más básica, es un sistema de ingeniería que permite el crecimiento de vegetación en la parte superior de las casas y los edificios (ya sea en techos o terrazas), ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado manteniendo protegida su estructura. En general las cubiertas verdes tienen un impacto neto positivo sobre el ambiente: capturan agua de lluvia, reduciendo así inundaciones y los niveles de escurrimiento.

Un techo verde o cubierta vegetal se compone de las siguientes partes: dependiendo de la solución elegida varias de estas funciones pueden ser asumidas por un mismo material:



Los principales componentes, comenzando desde la protección del techo de la edificación, desde abajo hacia arriba:

**Ventilación del soporte estructural:** Es una membrana con protuberancias que se coloca entre el soporte estructural y la membrana de impermeabilización, esto permite evacuar los vapores evitando su condensación y acumulación. Esto es muy importante ya que podría provocar manchas de humedad a lo largo del tiempo.

**Membrana Impermeabilizante:** Es una membrana que impide el paso del agua hacia el soporte estructural y la conduce hacia los puntos de evacuación o desagües. Esta puede ser una geomembrana de PVC, HPDE, EPDM, PE-LD.

**Barrera antiraíces:** Puede ser una membrana independiente o una característica de la membrana de impermeabilización.

**Capa de drenaje:** Es una membrana con protuberancias GEO-DREN que permite que el agua discorra sin obstáculos por encima de la membrana de impermeabilización hasta su evacuación.

**Filtro - GeoTextil:** Es una membrana geotextil que evita la lixiviación del sustrato. Esta deja pasar el agua y no las partículas del sustrato.

**Capa de retención y absorción:** Puede ser una membrana absorbente o formar parte del mismo sustrato que retiene el agua de lluvia evitando que esta se evacue de forma rápida y también permite retener parte del agua para que quede a disposición de la vegetación por varios días después de una lluvia, prolongando en el tiempo la humedad en la cubierta. Esta puede ser de HPDE, PERLITA, ARLITA o PUR.

**Sustrato:** Es el medio de crecimiento de la vegetación, de sus características depende la absorción de agua, aireación, compactación, nutrientes y el peso de la cubierta.

**Sobre-sustrato:** Esta es la capa que protege el sustrato controlando y evitando la erosión hasta que las plantas alcancen la madurez y puedan controlar la erosión por sí solas. Puede ser de varios materiales tales como molienda de piedra, cáscara de árboles o leca, como así también puede ser una bio-manta.

**Vegetación:** La vegetación es la capa más delicada de la cubierta vegetal, de su elección depende el correcto funcionamiento de todo el sistema y la composición de las partes de la cubierta. La vegetación puede ser constituida por una única especie o una combinación de diferentes especies o variedades de plantas. En cualquier caso es óptima la utilización de las especies que mejor se adapten al medio natural donde se construya la edificación.

## Tipos de Techos verdes

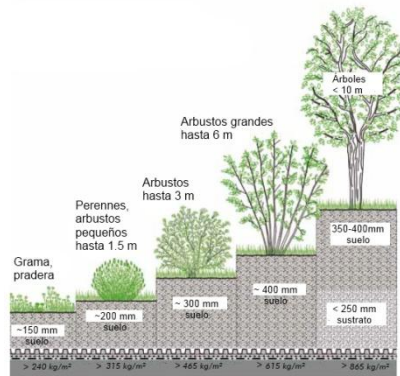
Los techos verdes se dividen en dos categorías generales: intensivos y extensivos. En medio de estos dos tipos genéricos hay una serie de otras soluciones de techos verdes, incluyendo semi-intensivo y semi-extensivo. A su vez, en función del método constructivo existen dos tipos de instalaciones: modulares o continuas.

### TIPOS *intensivo*



Los techos verdes intensivos tienen un espesor de más de 20 cm, requieren un refuerzo en la estructura, son de tipo parque con fácil acceso y pueden incluir desde especies para la cocina a arbustos y hasta árboles pequeños, requieren mucho trabajo, irrigación, abono y otros cuidados y por la

resistencia son transitables. La profundidad de los lugares de cultivo tiene requisitos adicionales de carga sobre la estructura del edificio y requieren un sistema complejo de irrigación para el mantenimiento.



Como resultado de ello, los techos intensivos son generalmente muy costosos, requieren el uso de electricidad para el riego en altura y un diseño estructural adicional para el edificio. Los Techos semi-intensivos varían en el espesor entre 15 y 20cm. El siguiente diagrama muestra las diferentes especies que pueden ser plantadas en función de las diferentes alturas de sustrato y la resistencia requerida por parte del techo.

## TIPOS *extensivo*



Los techos verdes extensivos también llamados "Sustentables" tienen un medio delgado y requieren un mantenimiento mínimo, y en general no requieren riego (algunos requieren riego inicialmente). Son generalmente menos costosos de instalar que los techos verdes

intensivos. A menudo se plantan en estos techos especies con poco requerimiento de humedad.

En general las especies que se utilizan para este tipo de techo son las plantas "suculentas" como los Sedums que se extienden en las membranas del techo por lo general en unos 2 cm profundidad. Estos Sedums pueden ser plantados de gajo o con plantines crecidos pero tienen la ventaja de dar un efecto instantáneo. Aunque este sistema tiene un valor intrínseco de conservación de la naturaleza como un espacio verde, el beneficio para la biodiversidad es menor que en los otros dos sistemas descritos a continuación.

Otra alternativa que se utiliza en los techos extensivos son especies autóctonas recicladas en el lugar que se dejan generalmente colonizar de forma natural o son sembradas con una mezcla de flores silvestres anuales o fuente semillera local.

## Sistemas de Construcción

### TIPOS *continuo*



El sistema continuo consiste en realizar la plantación en el total de la extensión del terreno. Como principales ventajas se observa una mejor uniformidad al finalizar la instalación y puede variarse la altura del sustrato y elegir una instalación transitable con arbustos de mayor tamaño.

Como principal desventaja, en caso de no instalarse correctamente alguno de los componentes y el sistema presentara algún inconveniente se debe retirar la instalación completa para solucionarlo. Un sistema continuo puede demorar en su instalación desde 3 días hasta más de una semana dependiendo de la superficie a cubrir y la facilidad de acceso.

## TIPOS *modular*



El Sistema modular consiste en la colocación de bandejas preparadas que contienen todos los componentes del corte del techo requeridos y se instalan en la superficie a cubrir. Como principal ventaja sobre el sistema continuo presentan una mayor rapidez de instalación, pudiendo instalar un techo de 200 m<sup>2</sup> en un día. Otro

beneficio importante es la facilidad de reparación, ya que permiten retirar los módulos individualmente para la reparación del techo.

Como desventajas, este tipo de módulos no permiten ser transitado ya que están formados por una capa de sustrato de muy bajo peso. Por otro lado, estos sistemas tienen menores tasas de retención de humedad y deben utilizar especies que no requieran mucha irrigación.

### Beneficios de los techos verdes

Los techos verdes proporcionan un número de importantes beneficios ambientales. Estos beneficios pueden ayudar a compensar los costos de instalación iniciales en determinadas circunstancias.

#### ✓ **Conservación de la energía – Aislamiento Térmico**

Los sistemas de techos verdes son reconocidos por proporcionar un mayor rendimiento térmico y aislamiento de la cubierta de los edificios que se establecen. Esto puede variar en función de la época del año, y la cantidad de agua contenida en el sistema.

**Enfriamiento [verano]** – Los techos con una aislación y protección deficiente pueden provocar un sobrecalentamiento sustancial de los espacios debajo de ellos. Esto puede conducir a la necesidad de aumento de aire acondicionado. Un techo verde no sólo actúa como una barrera de aislamiento, pero la combinación de procesos de la planta (fotosíntesis y evapotranspiración) y los procesos del suelo (evapo-transmisión) reduce la cantidad de energía solar absorbida lo que conduce a las temperaturas más bajas bajo la superficie.

**Aislamiento térmico [invierno]** – Los techos verdes pueden ayudar a reducir la pérdida de calor de los edificios durante el invierno, cuando la actividad de las raíces de las plantas, las capas de aire y la totalidad del sistema específico genera calor y proporciona así una membrana aislante. Sin embargo, la eficiencia de los techos verdes como barreras térmicas depende de la cantidad de agua contenida en el sistema. La retención de agua puede aumentar la cantidad de calor perdido a

través del sistema y por lo tanto cualquier aumento de la eficiencia dependerá, de las condiciones diarias, el aislamiento térmico y refrigeración de los techos verdes pueden tener costo - beneficio para los propietarios.

#### ✓ **Reducción de Dióxido de Carbono**

La reducción de los costos de combustible de los edificios que tienen techos verdes dará lugar a una reducción en la producción de dióxido de carbono. Además, las plantas en una terraza verde también reducen la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera a través de su actividad biológica.

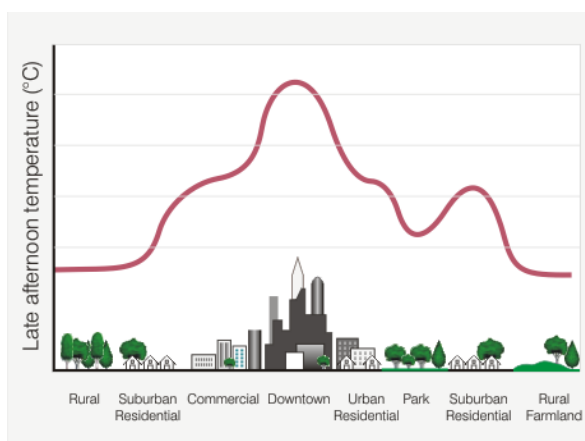
#### ✓ **Biodiversidad y Vida Silvestre**

Los techos verdes son intrínsecamente de mayor beneficio para la biodiversidad que los métodos más tradicionales de techado, los techos verdes deben ser diseñados para cumplir con los objetivos específicos de conservación de la biodiversidad local. El uso de sustratos locales se transforma en un medio de crecimiento.

- La variación de la profundidad del sustrato proporciona microhabitats para especies en la ciudad.
- La siembra debe ser una mezcla de semillas locales.
- La colocación de los objetos asociados con hábitats naturales como la madera muerta y ramas viejas aumenta la biodiversidad de los tejados.

#### ✓ **Efecto Isla de Calor**

El efecto de isla de calor urbano es la diferencia de temperatura entre las zonas urbanas y el campo circundante. En las grandes ciudades esto puede ser una diferencia de 5 ° C entre el centro de la ciudad y los alrededores rurales. Las áreas urbanas tienen grandes áreas de superficies duras que absorben la radiación solar y reflejan este calor de vuelta a la atmósfera. Esto se conoce como el efecto albedo. Cualquier reducción de este efecto puede tener un efecto positivo sobre partículas de smog y del aire en la atmósfera.



Los techos son una parte importante de las superficies urbanas. Las plantas en las superficies verdes absorben calor y lo utilizan a través de la evapotranspiración. Por lo tanto, los techos verdes juegan un papel importante en la reducción de las temperaturas urbanas, y posteriormente en la contaminación del aire con humo asociada con el efecto albedo.

### **Mejora del escurrimiento de agua de Tormenta**

- Los techos verdes almacenan agua de lluvia en las plantas y su medio de cultivo, y se evapora el agua en la atmósfera. La cantidad de agua que se almacena en un techo verde y se evapora de nuevo depende en gran medida del medio de cultivo, su profundidad, y el tipo de plantas utilizadas.
- Los techos verdes reducen y retrasan la corriente en épocas de lluvias fuertes y prolongadas. En verano, los techos verdes pueden retener un 70-80% de las precipitaciones y en invierno se mantienen entre un 25-40%.

### **El espacio verde**

- Visualmente suavizan el entorno construido, el apoyo a la biodiversidad, proporcionan un enfoque común y sentido de lugar y promueven el buen diseño y la gestión de los espacios verdes.
- Los techos verdes pueden proporcionar tanto visual como físicamente espacios verdes accesibles. Hay casos en que la única justificación de una instalación de techo verde es para la estética visual. Las áreas de techos verdes también pueden proporcionar un espacio accesible para que la gente disfrute.

### **Extensión de la vida de techo**

Los sistemas de techos verdes ofrecen protección a las membranas de los efectos de los rayos UV y a las heladas, y por lo tanto dan lugar a una mayor esperanza de vida material. En general se acepta que un techo vegetal izado puede duplicar la vida material. Esto da como resultado un beneficio de costo para el cliente a través de los años.

### **Factores que afectan los costos**

El costo por metro <sup>2</sup> depende de un número de factores. Los costos incluyen el elemento más importante de un sistema de techo verde, el elemento impermeabilizante.

Los costos para los techos verdes son muy difíciles de evaluar, ya que hay una serie de factores que afectan a los precios por metro.

1. Tamaño de la terraza. Existe una economía de escala aquí como techos pequeñas pueden ser muy costosos.
2. Altura de la cubierta. Esto afectará el precio en términos del costo de crear a los elementos a nivel de la azotea
3. Tipo de techo verde necesario. En cuanto a los techos verdes extensivos un efecto instantáneo verde mediante el uso de esteras sedum será más caro que plantar plantas sedum enchufe. La opción más barata es generalmente hidro siembra pero esto tomará tiempo para que las plantas establezcan el 'verde' efecto. Los techos diseñados para la diversidad biológica bien puede ser más barato, ya que generalmente se siembra con una mezcla de semillas apropiadas o permitidas establecer su vegetación a través de procesos naturales.
4. Mantenimiento inicial y los costos de establecimiento. Aunque los sistemas de sedum enchufe plantados pueden costar menos por m<sup>2</sup>, habrá un costo en términos de establecer el techo en los primeros 2 años en términos de riego y deshierbe, etc
5. Tipo de impermeabilización y el aislamiento utilizado. Los diferentes sistemas de impermeabilización requieren diferentes aplicaciones y por lo tanto existe una diferencia en los costos laborales.
6. Los métodos de instalación. A menudo hay una necesidad de asegurar que la instalación este correctamente supervisados y monitoreados para asegurar que el diseño específico y las especificaciones sean seguidas. Esto es particularmente importante cuando los techos se han diseñado específicamente para la biodiversidad.

## **Propuestas**

Para este caso se desarrolla el techo verde en la cubierta del espacio del estar-comedor. Se colocará un techo de tipo expansivo, con un sistema continuo. Esto permite aislar térmicamente el espacio y mejorar el escurrimiento del agua de lluvia.



## 11. ANALISIS DEL CICLO DE VIDA

Análisis del ciclo de vida para una ventana de aluminio y PVC 1.2x1.2.  
Utilizada en La Plata, Buenos Aires, Argentina.  
Alternativas con: Vidrio simple/ DVH /Vidrio triple

El **objetivo** por los cuales se desarrolla el estudio, es comparar, los impactos de una ventana de ALUMINIO con otra de PVC estándar de 1.2 m x1.2 m, con tres tipos de vidrios (vidrio simple-DVH- vidrio triple) y sus correspondientes elementos accesorios.

El alcance que toma el análisis del ciclo de vida va de la producción en fábrica y sus posteriores 50 años de uso, con el fin de obtener las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, de SO<sub>2</sub> equivalente y el consumo energético durante este proceso.

Dichos datos y su ponderación nos permitirá tener plena conciencia en el momento de aplicarla para la resolución de un proyecto de arquitectura.

### Definición, metodología

El Análisis del Ciclo de Vida es un instrumento que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida (desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida).

El Análisis del Ciclo de Vida nos permite identificar oportunidades de mejora en el desempeño ambiental de determinados productos, como ya expresamos, en las diferentes etapas de su vida.

El análisis del ciclo de vida nos aporta toda la información referente al consumo energético y sobre todo de emisiones de gases de calentamiento global, CO<sub>2</sub> equivalente y acidificación, SO<sub>2</sub> equivalente, que en el caso a presentar para nuestro trabajo práctico, se genera en toda la vida de una ventana de ALUMINIO y PVC.

La principal característica de esta herramienta es su enfoque integral, es decir, que se basa en la idea de que todas las propiedades de un sistema no pueden ser determinadas o explicadas solo de manera individual por las partes que lo componen, de ahí el concepto de tener en cuenta todo el ciclo de vida del sistema.

Según la norma ISO 14040, para aplicar el ACV a un producto o proceso se requiere del desarrollo de aplicación de cuatro etapas:

Etapas 1:

Definición de objetivos y alcance del análisis del ciclo de vida.

Etapas 2:

Desarrollo del inventario del ciclo de vida. (ICV)

Etapas 3:

Evaluación del impacto del ciclo de vida. (EICV)

Etapas 4:

Interpretación del ciclo de vida.

## ALUMINIO – PVC (LA PLATA)

### a. Carpinterías de ALUMINIO. Vidrio simple/DVH/Triple vidrio

Análisis del ciclo de vida para una ventana de aluminio 1.2x1.2.  
(Vidrio simple/DVH/Triple vidrio)



#### A) Consumo de energía

##### A.1) Consumo de energía por fabricación de cada componente

###### A.1.1) Aluminio

1kg de aluminio

ALUMINIO	1	kg	ENERGIA MJ	subtotal	TOTAL
VAPOR	4.63	kg	3170	kg 14675.51	14675.51
ENERGIA ELECTRICA	66.25	MJ			220.43
GAS NATURAL	0.3906	kg	46.34	kg 18.100	18.10
					14914.0393 MJ

Ventana 1.2 x 1.2	16.1	kg	aluminio perfiles
	240116.03	MJ	
	0.241	kg	aluminio varillas
	3594.28	MJ	

energía eléctrica.	3.6	MJ	1	kwh
	66.25	MJ	18.40278	kwh
	1	kwh	11.98	MJ
	18.4	kwh	220.432	MJ

vapor	vapor	energía
1	kg	3170 MJ

###### A.1.2) Vidrio

VIDRIO	1	kg	7.148	MJ
--------	---	----	-------	----

Ventana 1.2 x 1.2	11.13	kg	vidrio simple
	79.4682	MJ	
	22.26	kg	vidrio doble
	158.94	MJ	
	33.39	kg	vidrio triple
	238.40	MJ	

1	kwh	3.6	MJ
1.983	kwh	7.14	MJ

## A.2) Consumo de energía auxiliar por uso de cada sistema (50 años)

La Plata: GD (18) : 1178 (tomado de la Norma IRAM 11603

“ACONDICIONAMIENTO TERMICO DE EDIFICIOS” clasificación bioambiental de la republica argentina)

	U (W/m <sup>2</sup> K)	Área (m <sup>2</sup> )	CNP (W/K)	GD18	Calor aux anual (kWh/año)	Calor aux anual (MJ/año)	Calor aux total (MJ/ 50 año)
Aire 20 mm	1.64	1.44	2.3616	1178	66.7671552	240.361759	12018.08794
Triple vidrio	0.8	1.44	1.152	1178	32.569344	117.249638	5862.48192
vidrio simple	5.8	1.44	8.352	1178	236.127744	850.059878	42502.99392

### NORMA IRAM 11603

## A.3) Consumo de energía total –fabricación +uso de cada sistema.

VENTANA 1.2 x 1.2

ENTRADAS - VIDRIO SIMPLE				FABRICACIÓN		USO . Calor aux (MJ/ 50 año)	TOTAL
	1 kg	ventana 1.2x1.2	subtotal	TOTAL			
aluminio - perfiles	14914 MJ	16.1 kg	240115.4	240115.4			
aluminio varillas	14914 MJ	0.241 kg	3594.27	3594.274			
vidrio simple	7.14 MJ	11.13 kg	79.47	79.468			
				243789.14 MJ	42502.99392 MJ	286292.1 MJ	

VENTANA 1.2 x 1.2

ENTRADAS - DVH				FABRICACIÓN		USO . Calor aux (MJ/ 50 año)	TOTAL
	1 kg	ventana 1.2x1.2	subtotal	TOTAL			
aluminio - perfiles	14914 MJ	16.1 kg	240115.4	240115.4			
aluminio varillas	14914 MJ	0.241 kg	3594.27	3594.274			
vidrio doble	7.14 MJ	22.26 kg	158.94	158.936			
aire			0	0			
				243868.61 MJ	12018.08794 MJ	255886.7 MJ	

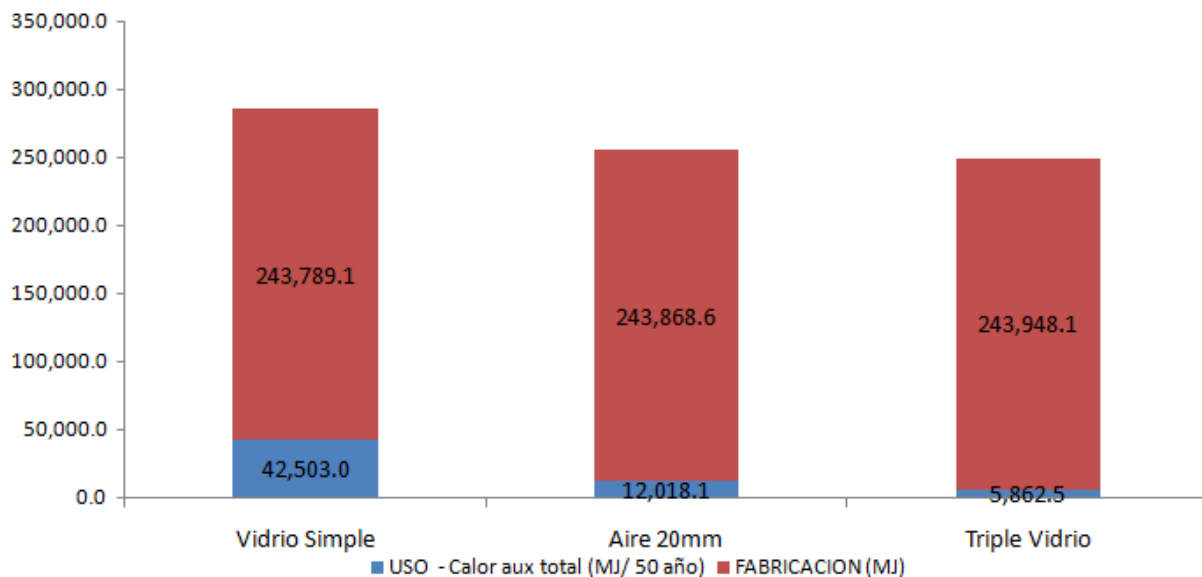
VENTANA 1.2 x 1.2

ENTRADAS - TRIPLE VIDRIO				FABRICACIÓN		USO . Calor aux (MJ/ 50 año)	TOTAL
	1 kg	ventana 1.2x1.2	subtotal	TOTAL			
aluminio - perfiles	14914 MJ	16.1 kg	240115.4	240115.4			
aluminio varillas	14914 MJ	0.241 kg	3594.27	3594.274			
vidrio triple	7.14 MJ	33.39 kg	238.40	238.405			
				243948.08 MJ	5862.4819 MJ	249810.6 MJ	

**A.4) Síntesis del consumo energético por sistema.** fabricación +uso de cada sistema.

CICLO DE VIDA DE LA VENTANA PARA 50 AÑOS

		USO - Calor aux total (MJ/ 50 año)	FABRICACION (MJ)	TOTAL
50 AÑOS	Vidrio Simple MJ	42,503.0	243,789.1	286,292.1 MJ
	Aire 20mm MJ	12,018.1	243,868.6	255,886.7 MJ
	Triple Vidrio MJ	5,862.5	243,948.1	249,810.6 MJ



**Conclusiones:**

Una primera lectura del grafico nos permite registrar que en términos de **consumo de energía**, el momento de la fabricación se lleva el mayor porcentaje en relación al de uso, que es un periodo muy corto en relación a su vida útil (50 años), siendo este entre un 85% / 15% en el vidrio simple y un 97.6% / 2.4% en el vidrio triple.

Como conclusión del estudio del **consumo energético** para la fabricación y uso de las ventanas de aluminio con sus alternativas de vidriado en la ciudad de La Plata, podemos afirmar que el sistema más eficiente es el de triple vidrio, aunque este producto no sea el de menor consumo de energía en el momento de la fabricación y estén muy equiparados en este aspecto (el vidrio simple es el de menor impacto por muy poca diferencia). Su bajo consumo de calor auxiliar durante los 50 años de uso le permite ser el más eficiente respecto a los demás sistemas, cuestión que deja al sistema de vidrio simple en desventaja respecto a las otras dos resoluciones siendo hasta 7 veces más elevado el consumo respecto al vidrio triple y 3.5 veces respecto al DVH. Luego el DVH es 2 veces más elevado el consumo que el vidrio triple.

Por lo tanto el parámetro que más está incidiendo en el resultado final es el de consumo durante los 50 años de uso, medida que está totalmente condicionada por la ubicación geográfica del producto y sus grados días de calefacción, parámetro que deja afuera al vidrio simple por no ser buen aislante térmico.

## B) Emisiones de gases de calentamiento global – CO<sub>2</sub>eq.

### B.1) por unidad

CALENTAMIENTO GLOBAL		
CO2	DIOXIDO DE CARBONC	1
CH4	METANO	25
N2O	ACIDO NITROSO	298

1kg de aluminio	
CO2	2540 g

1 kg de vapor	
CO2	161.69 kg
CH4	0.000 kg
N2O	0.208 kg

1 kwh de EE	
CO2	0.55 kg
CH4	0.000964 kg
N2O	0.000043 kg

1 MJ de GN	
CO2	0.051 kg
N2O	0.00006566 kg

1 kg de vidrio	
CO2	0.3618 kg
CH4	0.00004448 kg
N2O	0.0004349 kg

### B.2) por sistema

	CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq. (25)	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN	
ALUMINIO	1kg de aluminio	ALUMINIO	1.0 kg	2.5 kg	0.0000 kg	0.0 kg	0.0 kg	0.0 kg		
		VAPOR	4.6 kg	161.7 kg	0.0000 kg	0.0 kg	0.2 kg	287.0 kg		
		GAS NATURAL	18.1 MJ	0.0510 kg	0.3 kg	0.00000 kg	0.0000657 kg	0.4 kg		
		EE	18.4 kwh	0.55 kg	10.2 kg	0.000964 kg	0.4 kg	0.000043 kg	0.2 kg	
					762.3		0.4		287.6	
	16.41 kg de aluminio			12,508.5		7.3		4,719.1	ALUMINIO	
	TOTAL: CO <sub>2</sub> eq								17,234.9 kg	

	CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq. (25)	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN
VIDRIO SIMPLE	1kg de vidrio	VIDRIO	1.0 kg	0.4 kg	0.000044486 kg	0.0 kg	0.0004349	0.1 kg	
		EE	1.98 kwh	0.552 kg	1.1 kg	0.00096 kg	0.000043 kg	0.0 kg	
					1.5		0.0		0.2
	11.13 kg de vidrio			16.2		0.5		1.7	ALUMINIO + VIDRIO SIMPLE
	TOTAL: CO <sub>2</sub> eq								18.5 kg

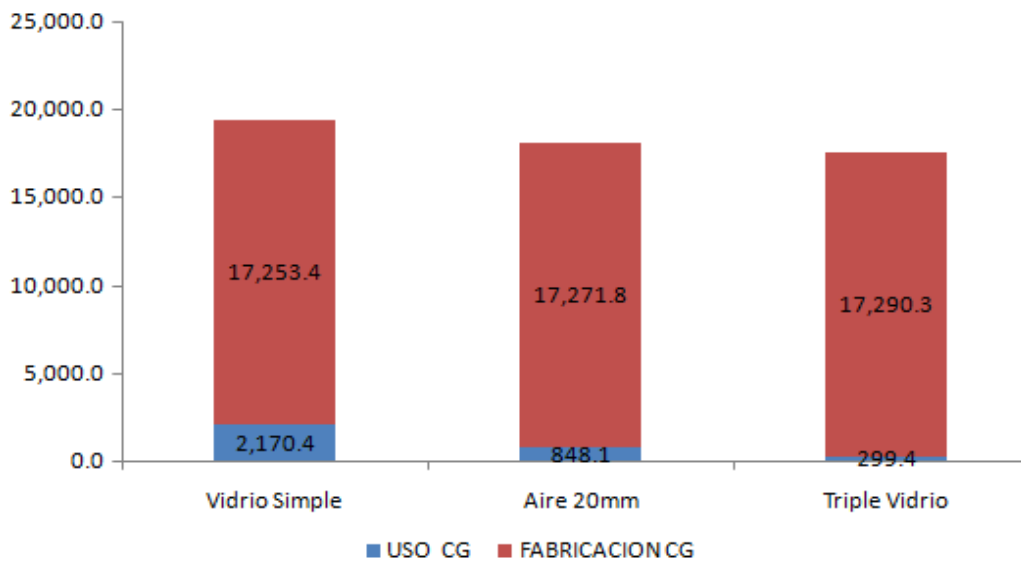
	CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq. (25)	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN
VIDRIO DVH	1kg de vidrio	VIDRIO	1.0 kg	0.4 kg	0.000044486 kg	0.0 kg	0.0004349	0.1 kg	
		EE	1.98 kwh	0.552 kg	1.1 kg	0.00096 kg	0.000043 kg	0.0 kg	
					1.5		0.0		0.2
	22.26 kg de vidrio			32.4		1.1		3.4	ALUMINIO + DVH
	TOTAL: CO <sub>2</sub> eq								36.9 kg

CO2eq POR FABRICACIÓN		CO2	CO2	CH4	CO2 eq. (25)	N2O	CO2 eq. (298)	TOTAL CO2eq FABRICACIÓN
1kg de vidrio	VIDRIO	1.0 kg	0.4 kg	0.000044486 kg	0.0 kg	0.0004343 kg	0.1 kg	
	EE	1.98 kWh	0.552 kg	0.00096 kg	0.0 kg	0.000043 kg	0.0 kg	
			1.5		0.0		0.2	
33.39 kg de vidrio			48.6		1.6		5.2	
TOTAL: CO2eq.								55.4 kg
ALUMINIO + TRIPLE VIDRIO								17,290.3 kg CO2eq

### B.3) Síntesis de emisiones de gases de calentamiento global (co2eq.) por sistemas

#### Fabricación + Uso

CO2eq POR FABRICACIÓN		CO2	CO2	CH4	CO2 eq. (25)	N2O	CO2 eq. (298)	TOTAL CO2eq FABRICACIÓN	USO CG	FABRICACION CG	TOTAL CG
50 AÑOS		Calor aux total (MJ/ 50 año)									
	Vidrio Simple	42502.99392 MJ	0.0510 kg	2,167.7 kg	0.000000 kg	0.0 kg	6.57E-05 kg	2.8 kg	2,170.4	17,253.4	19,423.8
	Aire 20mm	12018.08794 MJ	0.0510 kg	612.9 kg	0.000000 kg	0.0 kg	0.0000657 kg	235.2 kg	848.1	17,271.8	18,119.9
	Triple Vidrio	5862.48192 MJ	0.0510 kg	293.0 kg	0.000000 kg	0.0 kg	0.0000657 kg	0.4 kg	299.4	17,290.3	17,589.7



#### Conclusiones:

Una primera lectura del grafico nos permite registrar que en términos de emisiones de gases de calentamiento global, el momento de la fabricación, que es un periodo muy corto en relación a su vida útil (50 años) se lleva el mayor porcentaje en relación al de uso, siendo este entre un 88.8% en el vidrio simple y un 98.3% en el vidrio triple.

Como conclusión del estudio de **emisiones de gases de calentamiento global** para la fabricación y uso de las ventanas de aluminio con sus alternativas de vidriado en la ciudad de La Plata, podemos afirmar que el sistema más eficiente es el de triple vidrio, aunque este producto no sea el que genera menor emisiones de gases en el momento de la fabricación, (el vidrio simple es el de menor pero con muy poca diferencia) su bajo consumo de **calor auxiliar** durante los 50 años de uso le permite ser el más eficiente respecto a los demás sistemas, cuestión que deja al sistema de vidrio simple totalmente en desventaja respecto a las demás resoluciones, siendo 7.3 veces mayor el consumo referido al vidrio triple y 2.55 veces mayor que el DVH. El consumo del DVH es 2.8 veces mayor respecto al triple vidrio.

Por lo tanto el parámetro que más está incidiendo en el resultado final es el de consumo durante los 50 años de uso, medida que está totalmente condicionada por la ubicación geográfica del producto y sus grados días de calefacción, parámetro que deja afuera al vidrio simple por no ser buen aislante térmico.

### C) Emisiones de gases de acidificación – SO<sub>2</sub>eq.

#### C.1) por unidad

ACIDIFICACION			1 kwh de EE	
SO2	DIOXIDO DE AZUFRE	1	SO2	0.0016521 kg
NOX		0.7	NOX	0.0008134 kg
NO2		0.7	HF	8.0008E-09 kg
NH3		1.88	N2O	0.000042719 kg
HCL		0.88		
HF		1.6		

1kg de aluminio		1 MJ de GN	
SO2	0.663042999 kg	SO2	0.00004305 kg
NOX	1.356882346 kg	NOX	0.00009132 kg
NH3	0 kg	N2O	0.0000657 kg
HF	1.47E-07 kg		
NO2	0 kg		

1 kg de vapor		1 kg de vidrio	
SO2	0.136458 kg	SO2	0.00036 kg
NOX	0.289469 kg	NOX	0.00063 kg
NH3	0.000 kg	NH3	0 kg
HF	0.000 kg	HF	3.69E-10 kg
NO2	0 kg	NO2	0 kg

#### C.2) por sistema

	SO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN	SO <sub>2</sub> -dioxido de azufre	SO <sub>2</sub> -dioxido de azufre	NOX -óxidos de nitrógeno	SO <sub>2</sub> eq. (0.70)	NO <sub>2</sub> -dioxido de nitrógeno	SO <sub>2</sub> eq. (0.70)	NH <sub>3</sub> -amoníaco	SO <sub>2</sub> eq. (1.88)	HCL-acido clorhídrico	SO <sub>2</sub> eq. (0.88)	HF-acido fluorhídrico	SO <sub>2</sub> eq. (1.60)
ALUMINIO	16.41 kg de aluminio	10 kg	0.7 kg	0.7 kg	1.3569 kg	0.94982 kg	0.0 kg	0.0 kg	0.0 kg	0.00 kg	0.0 kg	0.00000047 kg	0.00000024 kg
			0.7		0.9		0.0		0.0		0.0		0.00000024 kg
			10.9		15.6		0.0		0.0		0.0		0.00000387 kg
	TOTAL: SO <sub>2</sub> eq.												
	26.5												

<b>TOTAL SO<sub>2</sub>eq FABRICACIÓN</b>
<b>ALUMINIO</b>
<b>26.5 kg SO<sub>2</sub>eq.</b>

	SO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN	SO <sub>2</sub> -dioxido de azufre	SO <sub>2</sub> -dioxido de azufre	NOX -óxidos de nitrógeno	SO <sub>2</sub> eq. (0.70)	NO <sub>2</sub> -dioxido de nitrógeno	SO <sub>2</sub> eq. (0.70)	NH <sub>3</sub> -amoníaco	SO <sub>2</sub> eq. (1.88)	HCL-acido clorhídrico	SO <sub>2</sub> eq. (0.88)	HF-acido fluorhídrico	SO <sub>2</sub> eq. (1.60)
VIDRIO SIMPLE	11.13 kg de vidrio	10 kg	0.000360 kg	0.000360 kg	0.0006 kg	0.000448 kg	0.0 kg	0.00000 kg	0.0000 kg	0.00 kg	0.00000 kg	0.00000000369 kg	0.00000000163 kg
		198 kWh	0.001652 kg	0.002271 kg	0.0008 kg	0.001127 kg	0.000042719 kg	0.0 kg	0.00000 kg	0.0 kg	0.0 kg	0.0000000080 kg	0.00000000158 kg
			0.00363		0.00167		0.000059		0.0		0.0		0.000000165 kg
	TOTAL: SO <sub>2</sub> eq.												
	0.05860												

<b>TOTAL SO2eq FABRICACIÓN</b>
<b>ALUMINIO + VIDRIO SIMPLE</b>
<b>26.526 kg SO2eq.</b>

	SO2eq POR FABRICACIÓN	SO2-dioxido de azufre	SO2-dioxido de azufre	NOX-oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NO2-dioxido de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NH3-amoniaco	SO2 eq. (1.88)	HCL-acido clorhidrico	SO2 eq. (0.88)	HF-acido fluorhidrico	SO2 eq. (1.60)
VIDRIO DVH	kg de vidrio VIDRIO EE	1.0 kg	0.000360 kg	0.000360 kg	0.0008 kg	0.000448 kg	0.00042719 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000000368 kg	0.00000000158 kg
	198 kWh		0.001652 kg	0.003271 kg	0.0008 kg	0.001127 kg	0.000042719 kg	0.000059209 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.00000000080 kg	0.00000000165 kg
	22.26 kg de vidrio			0.081		0.035		0.00131798		0.0000		0.0	0.00000037
TOTAL: SO2eq. 0.0720													

<b>TOTAL SO2eq FABRICACIÓN</b>
<b>ALUMINIO + DVH</b>
<b>26.584 kg SO2eq.</b>

	SO2eq POR FABRICACIÓN	SO2-dioxido de azufre	SO2-dioxido de azufre	NOX-oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NO2-dioxido de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NH3-amoniaco	SO2 eq. (1.88)	HCL-acido clorhidrico	SO2 eq. (0.88)	HF-acido fluorhidrico	SO2 eq. (1.60)
VIDRIO TRIPLE	kg de vidrio VIDRIO EE	1.0 kg	0.000360 kg	0.000360 kg	0.0008 kg	0.000448 kg	0.00042719 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000000368 kg	0.00000000158 kg
	198 kWh		0.001652 kg	0.003271 kg	0.0008 kg	0.001127 kg	0.000042719 kg	0.000059209 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.000000 kg	0.00000000080 kg	0.00000000165 kg
	33.39 kg de vidrio			0.121		0.053		0.00197697		0.0000		0.0	0.00000055
TOTAL: SO2eq. 0.1760													

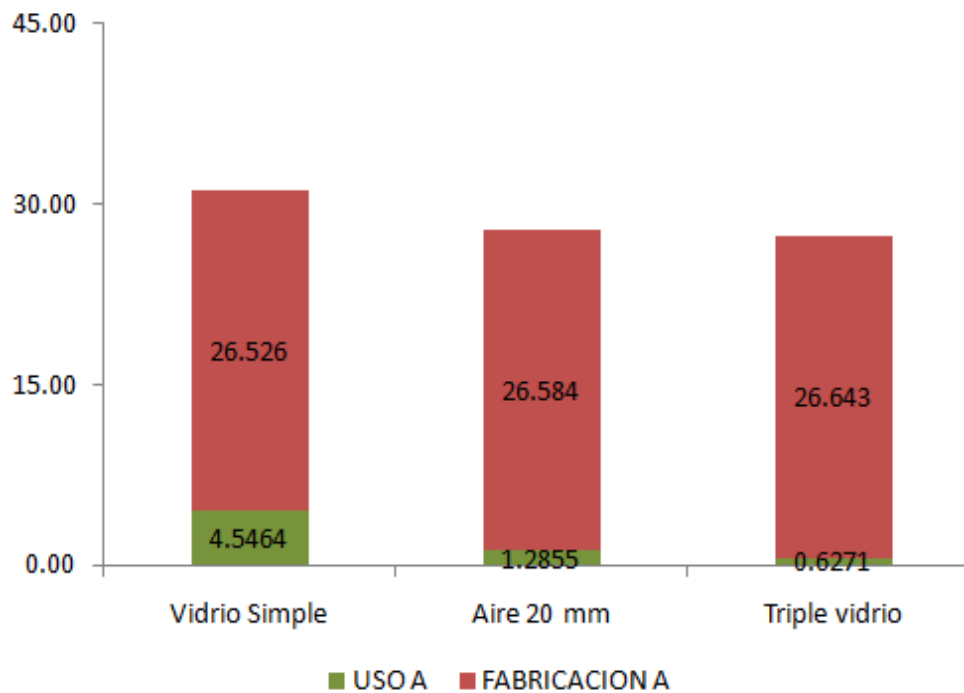
<b>TOTAL SO2eq FABRICACIÓN</b>
<b>ALUMINIO + TRIPLE VIDRIO</b>
<b>26.643 kg SO2eq.</b>

### C.3) Síntesis de emisiones de gases de acidificación (so2eq.) por sistemas

#### Fabricación + Uso

	SO2eq POR FABRICACIÓN	Calor aux. total (MJ/ 50 años)	SO2-dioxido de azufre		NOX-oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	SO2 eq. (0.70)		SO2 eq.		SO2 eq.		TOTAL SO2eq FABRICACIÓN		
			kg	kg	kg	NO2	NH3 -	HCL	HF	USO A	FABRICACION A	TOTAL A			
50 años	Vidrio Simple	42502.99 MJ	4.3047000E-05 kg	1.830 kg	0.00009132 kg	2.717 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	4.5464	26.526	31.1
	Aire 20 mm	12018.09 MJ	4.3047000E-05 kg	0.517 kg	0.00009132 kg	0.768 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	1.2855	26.584	27.9
	Triple vidrio	5862.482 MJ	4.3047000E-05 kg	0.252 kg	0.00009132 kg	0.375 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.6271	26.643	27.3





### Conclusiones:

Una primera lectura del gráfico nos permite registrar que en términos de emisiones de gases de acidificación, el momento de la fabricación se lleva el mayor porcentaje en relación al de uso, siendo este entre un 82.15% / 17.8% en el vidrio simple y un 97.70% / 2.3% en el vidrio triple, fabricación / uso respectivamente.

Como conclusión del estudio de **emisiones de gases de acidificación** para la fabricación y uso de las ventanas de aluminio con sus alternativas de vidrioado en la ciudad de La Plata, podemos afirmar que el sistema más eficiente es el de triple vidrio, aunque este producto no sea el que genera menor emisiones de gases en el momento de la fabricación, (el vidrio simple es el de menor por muy poca diferencia con ambos dos) su bajo consumo de calor auxiliar durante los 50 años de uso le permite ser el más eficiente respecto a los demás sistemas, cuestión que deja al sistema de vidrio simple totalmente en desventaja respecto a las demás resoluciones, siendo 7.25 veces mayor respecto al triple vidrio y 3.53 veces mayor que el DVH. Luego el DVH es 2 veces mayor que el vidrio triple.

Por lo tanto el parámetro que más está incidiendo en el resultado final es el de consumo durante los 50 años de uso, medida que está totalmente condicionada por la ubicación geográfica del producto y sus grados días de calefacción, parámetro que deja afuera al vidrio simple por no ser buen aislante térmico.

### D) Normalización

La normalización es la conversión de los resultados de la caracterización a unidades globales neutras, dividiendo cada uno por un factor de normalización.

A través de estos factores se representa el grado de contribución de cada categoría de impacto sobre el problema medioambiental local.

En este caso se toman datos de emisiones y consumos de energía a nivel nacional y provincial, dividiendo por la población de la provincia de buenos aires, para llegar a la emisión y consumo por habitante.

Para el Consumo de energía se tomaron dato de CAMMESA:

<http://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Documentos%20compartidos/VAnual12.pdf>

**INFORME ANUAL 2012**

**MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA**

**DATOS RELEVANTES**

- CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DURANTE EL AÑO 2012
- COMPARACIÓN PRINCIPALES DATOS RELEVANTES CON AÑOS ANTERIORES
- BALANES ENERGÉTICOS
- DEMANDAS DE ENERGÍA
- GENERACION
- CONSUMO DE COMBUSTIBLES
- INTERCAMBIOS CON PAISES VECINOS
- PRECIO DE LA ENERGÍA
- SISTEMA DE TRANSPORTE

**Demandas de Energía**

(DEMANDAS MENSUALES POR REGIÓN (GWH))

REG	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Part. %
BAS	1295	1200	1226	1151	1196	1237	1269	1218	1153	1179	1149	1197	14470	12%
CEN	947	864	887	794	841	886	957	893	796	828	866	919	10477	9%
COM	430	406	428	385	412	378	379	410	382	398	397	408	4812	4%
CUY	731	647	668	564	581	592	625	627	570	607	647	735	7593	6%
GBA	4095	3769	3801	3364	3737	4222	4688	4324	3670	3616	3773	4103	47161	39%
LIT	1411	1340	1312	1187	1223	1282	1343	1250	1139	1170	1273	1326	15256	13%
NEA	740	757	707	561	526	538	576	535	538	610	677	777	7544	6%
NOA	901	864	844	703	724	778	835	780	735	826	873	962	9824	8%
PAT	254	243	306	261	363	386	399	367	353	374	366	385	4056	3%
TOT	10804	10089	10178	8970	9602	10297	11071	10405	9336	9608	10021	10811	121192	100%

**PARTICIPACION EN LA DEMANDA 2012**

**MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA**

REG	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Part. %
BAS	1295	1200	1226	1151	1196	1237	1269	1218	1153	1179	1149	1197	14470	12%
CEN	947	864	887	794	841	886	957	893	796	828	866	919	10477	9%
COM	430	406	428	385	412	378	379	410	382	398	397	408	4812	4%
CUY	731	647	668	564	581	592	625	627	570	607	647	735	7593	6%
GBA	4095	3769	3801	3364	3737	4222	4688	4324	3670	3616	3773	4103	47161	39%
LIT	1411	1340	1312	1187	1223	1282	1343	1250	1139	1170	1273	1326	15256	13%
NEA	740	757	707	561	526	538	576	535	538	610	677	777	7544	6%
NOA	901	864	844	703	724	778	835	780	735	826	873	962	9824	8%
PAT	254	243	306	261	363	386	399	367	353	374	366	385	4056	3%
TOT	10804	10089	10178	8970	9602	10297	11071	10405	9336	9608	10021	10811	121192	100%

**En la Provincia de Buenos Aires hay un consumo anual de 14470 GWH (5.21E+07 GJ/año)**

Para el cálculo del factor de emisión de CO<sub>2</sub> se tomaron datos de la Secretaría de Energía de la República Argentina:

<http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2311>



		FACTORES DE EMISION								
		Cmi (Carbón mineral)	GO(Gasoil)	FO (fuel oil)	NG (gas natural)					
		2.803	3.176	3.197	1.951					
		tCO2/t	tCO2/t	tCO2/t	tCO2/Dam3					
		COMBUSTIBLES				EMISIONES (tCO2)				TOTAL
AÑO 2012		Carbón (ton)	Gasoil (ton)	Fuel oil (ton)	Gas (dam3)	Carbón	Gasoil	Fuel oil	Gas	(ton CO2)
		966,575	1,509,889	2,851,162	14,035,287	2,709,310	4,795,407	9,115,164		27,382,844
										44,002,725

MARGEN DE OPERACIÓN EX ANTE				
	Año 2012	Año 2011	Año 2010	
Generación Térmica (MWh)	82,278,402	73,439,392	66,231,292	
Importaciones (MWh)	422,763	2,411,995	2,351,910	
total	82,701,165	75,851,387	68,583,202	→ EG <sub>y</sub>
Generación Hidráulica (MWh)	36,625,903	39,251,194	40,226,935	
Generación Nuclear (MWh)	5,904,083	5,892,364	6,691,638	
Emisiones (tCO2)	44,002,725.38	40,954,199	36,572,777	→ $\sum_i (FC_{i,y} \times NCV_{i,y} \times EF_{CO2,i,y})$
Margen de Operación	0.532	0.540	0.533	tCO2/MWh
Margen Operación ex ante	0.535			tCO2/MWh → EF <sub>grid,OMsimple,y</sub>
Margen de Operación ex post	0.532			tCO2/MWh → EF <sub>grid,OMsimple,y</sub>

**En Argentina el factor de emisión de CO<sub>2</sub> es 0.532 TCO<sub>2</sub>/MWh**  
**14470000 MWh \* es 0.532 TCO<sub>2</sub>/MWh = 7.70E+06 TCO<sub>2</sub> : 7.70E+09 kg CO<sub>2</sub>**

Para el cálculo del facto de emisión de SO<sub>2</sub> se tomo como dato el factor de emisión per capita en la Republica Argentina establecido por la "United Nations Statistics Division":

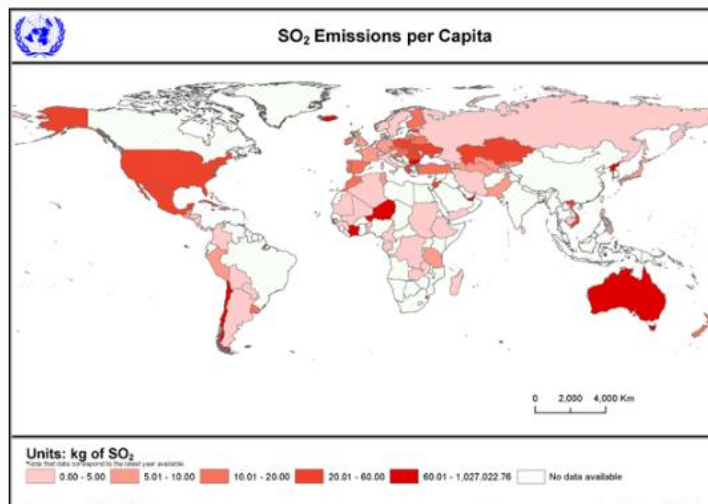
[http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/air\\_so2\\_emissions.htm](http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/air_so2_emissions.htm)

ENVIRONMENTAL INDICATORS

Air pollution

last update: July 2010

Total SO<sub>2</sub> Emissions



	latest year available	SO <sub>2</sub> emissions 1000 tonnes map	% change since 1990 map	SO <sub>2</sub> emissions per capita kg map
Algeria	1994	39.69	...	1.43
Andorra*	1997	0.69	...	10.51
Antigua and Barbuda	1990	2.83	...	45.70
<b>Argentina</b>	<b>2000</b>	<b>87.62</b>	<b>10.6</b>	<b>2.37</b>
Australia	2008	2 641.50	67.4	125.34
Austria	2008	22.35	-69.9	2.68
Azerbaijan	1994	48.00	-18.6	6.25
Bahrain	1994	1 177.63	...	2 097.08
Barbados	1997	0.05	...	0.20
Belarus	2008	141.26	-87.0	14.59
Belgium	2008	97.81	-72.8	9.24
Belize	1994	0.53	...	2.48
Benin	1995	0.17	...	0.03
Bhutan	1994	0.05	...	0.10
Bolivia	2000	12.11	8.5	1.46

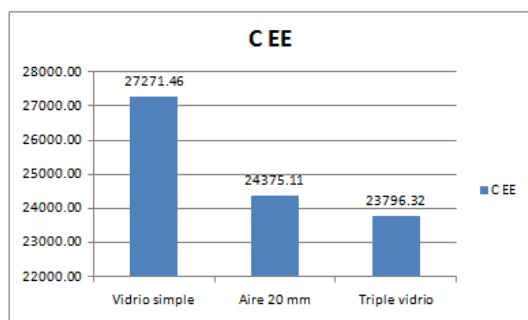
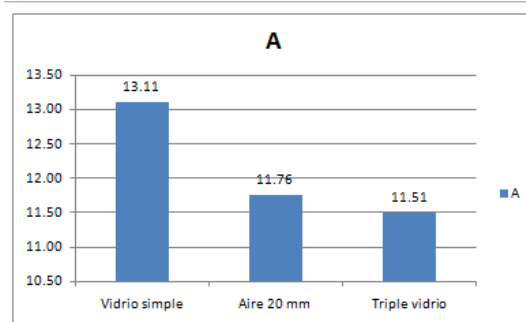
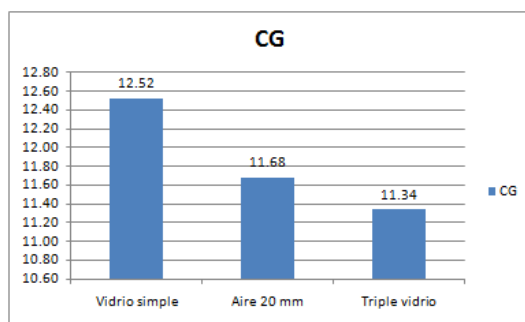
**En Argentina el factor de emisión de SO<sub>2</sub> es 2.37 kgSO<sub>2</sub> per capita**

POR PERSONA EQUIVALENTE

Categoría	Factores de normalización	Normalización - Por todas las personas mundialmente	Personas mundial	Normalización - Por persona
Calentamiento Global	kg/año	7.70E+09	4962151.00	1551.35
Acidificación	kg/año	1.18E+07	4962151.00	2.37
Consumo de Energía	GJ/año	5.21E+07	4962151.00	10.50

Normalización - Por persona		CASO VENTANA DVH	NORMALIZACION	CASO VENTANA SIMPLE	NORMALIZACION	CASO VENTANA TRIPLE	NORMALIZACION
CG (kg)	1551.4 kg/año por persona	18,119.90	11.6801	19,423.81	12.521	17,589.65	11.338
A (kg)	2.37 kg/año por persona	27.87	11.7594	31.07	13.111	27.27	11.506
CEE (MJ)	10.50 MJ/año por persona	255,886.70	24375.1140	286,292.14	27271.458	249,810.56	23796.317

	CG	A	CEE
Vidrio simple	12.52	13.11	27271.46
Aire 20 mm	11.68	11.76	24375.11
Triple vidrio	11.34	11.51	23796.32



## E) Valoración-Ponderación

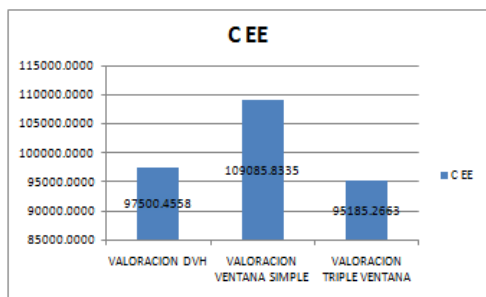
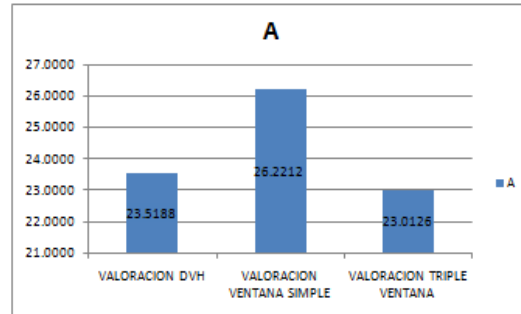
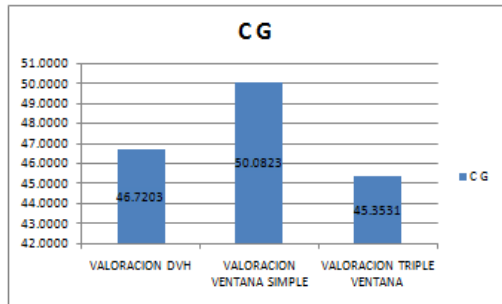
La ponderación es la conversión de los resultados de los valores caracterizados a una unidad común y sumable (personas), multiplicándolos por su factor de ponderación de acuerdo a la zona.

Para este caso de estudio, en la ciudad de La Plata, se tomaron al consumo de energía y las emisiones de gases de calentamiento global, como factores de mayor impacto, esto se debe a la condición urbana productiva de la ciudad, que requiere de gran consumo de energía, mientras que el factor de acidificación, tiene un menor impacto, casi despreciable, pero lo entendemos como un dato a seguir y verificar continuamente sobre todo por la cercanía e incidencia del funcionamiento de la petroquímica general Mosconi sobre la calidad ambiental de La Plata.

Categoría	Factores
Calentamiento global	04 10
Acidificación	02 10
Consumo de Energía	04 10

	NORMALIZACIÓN CASO VENTANA DVH		NORMALIZACIÓN CASO VENTANA SIMPLE		NORMALIZACIÓN CASO VENTANA TRIPLE	
	VALORACION	VALORACION	VALORACION	VALORACION	VALORACION	VALORACION
CG (kg)- 4/10	11.6801	46.7203	12.521	50.0823	11.338	45.3531
A (kg)-2/10	11.7594	23.5188	13.111	26.2212	11.506	23.0126
C EE (MJ) -4/10	24375.1140	97500.4558	27271.458	109085.8335	23796.317	95185.2663

	VALORACION DVH	VALORACION VENTANA SIMPLE	VALORACION TRIPLE VENTANA
C G (kg)	46.7203	50.0823	45.3531
A (kg)	23.5188	26.2212	23.0126
C EE (MJ)	97500.4558	109085.8335	95185.2663



### Conclusiones finales:

A partir de una normalización tomando valores nacionales y provinciales y luego haciendo la ponderación en la ciudad de La Plata, podemos decir que:

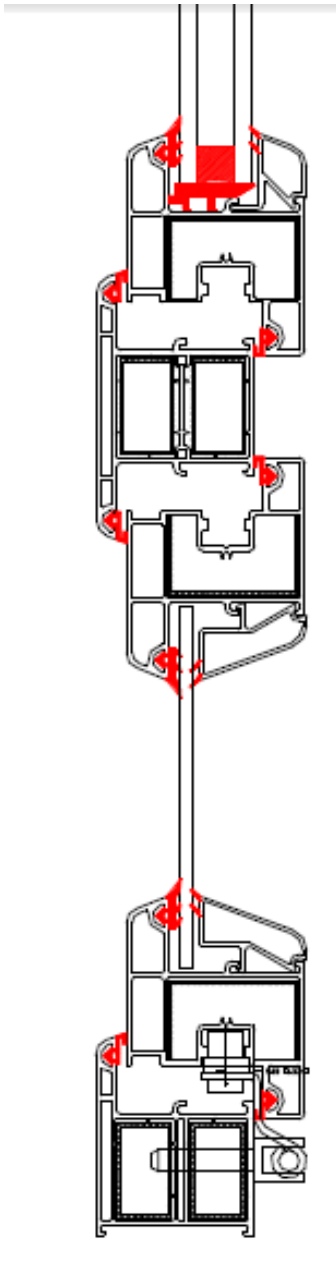
De la lectura de los tres gráficos, relativo a consumo de energía, emisión de gases de calentamiento global y emisiones de acidificación, podemos señalar que se desprenden dos niveles de impacto.

El primer nivel y de mayor impacto, está conformado por la solución con vidrio simple.

El segundo nivel y de menor impacto, conformado por vidrio triple y DVH, que se encuentran en valores muy cercanos. Esto nos permite pensar que ambas soluciones son posibles para la ciudad de la Plata, lo que planteara tomar la decisión en función del costo y la existencia del producto en el mercado local.

**b. Carpinterías de PVC.** Vidrio simple/DVH/Triple vidrio

Ventana de PVC 1,2 X 1,2 : 13,68kg PVC + 15% de desperdicios = 15,73 kg de PVC





## A) Consumo de energía

### A.1) Consumo de energía por fabricación de cada componente

#### A.1.1) PVC

PVC	1	kg	ENERGIA MJ	subtotal	TOTAL
ENERGIA					13.23
					13.23 MJ

#### VENTANA 1.2 X 1.2

13.68 kg de PVC + 15% de desperdicios = 15.73 kg  
208.1 MJ

94.5kg de PVC	1250 MJ				
energía		94.5	kg	1250	MJ
		15.73	kg	208.0688	MJ
		1	kg	13.22751	MJ

#### A.1.2) VIDRIO

VIDRIO	1	kg	7.148	MJ				
					Ventana 1.2 x 1.2	11.13	kg	vidrio simple
						79.4682	MJ	
	1	kwh	3.6	MJ		22.26	kg	vidrio doble
	1.983	kwh	7.14	MJ		158.94	MJ	
						33.39	kg	vidrio triple
						238.40	MJ	



## A.2) Consumo de energía auxiliar por uso de cada sistema (50 años)

La Plata: GD (18): 1178 – Norma Iram 11603

	U (W/m <sup>2</sup> K)	Área (m <sup>2</sup> )	CNP (W/K)	GD18	Calor aux anual (kWh/año)	Calor aux anual (MJ/año)	Calor aux total (MJ/ 50 año)
Aire 20 mm	1.64	1.44	2.3616	1178	66.767155	240.36176	12018.08794
Triple vidrio	0.8	1.44	1.152	1178	32.569344	117.24964	5862.48192
vidrio simple	5.8	1.44	8.352	1178	236.12774	850.05988	42502.99392

### NORMA IRAM 11603

## A.3) Consumo de energía total. –Fabricación + uso de cada sistema-

VENTANA 1.2 x 1.2

ENTRADAS - VIDRIO SIMPLE				FABRICACIÓN		USO . Calor aux (MJ/ 50 año)	TOTAL
	1 kg	ventana 1.2x1.2	subtotal	TOTAL			
pvc	13.23 MJ	15.73 kg	208.06878	208.06878			
vidrio simple	7.14 MJ	11.13 kg	79.47	79.468			
				287.54 MJ	42502.99392 MJ		42790.53 MJ

VENTANA 1.2 x 1.2

ENTRADAS - DVH				FABRICACIÓN		USO . Calor aux (MJ/ 50 año)	TOTAL
	1 kg	ventana 1.2x1.2	subtotal	TOTAL			
pvc	13.2275 MJ	15.73 kg	208.06878	208.0687831			
vidrio doble	7.14 MJ	22.26 kg	158.94	158.936			
aire			0	0			
				367.01 MJ	12018.08794 MJ		12385.09 MJ

VENTANA 1.2 x 1.2

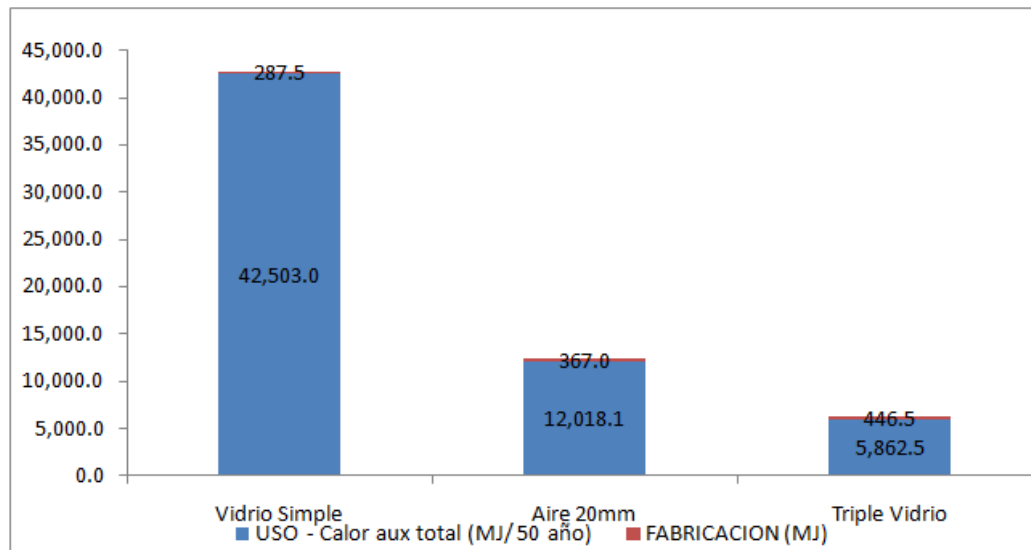
ENTRADAS - TRIPLE VIDRIO				FABRICACIÓN		USO . Calor aux (MJ/ 50 año)	TOTAL
	1 kg	ventana 1.2x1.2	subtotal	TOTAL			
pvc	13.227513 MJ	15.73 kg	208.06878	208.06878			
vidrio triple	7.14 MJ	33.39 kg	238.40	238.405			
				446.47 MJ	5862.4819 MJ		6308.955 MJ

## A.4) Síntesis consumo de energía por sistemas. –Fabricación + uso de cada sistema-

### EVALUACION

CICLO DE VIDA DE LA VENTANA PARA 50 AÑOS

50 AÑOS		USO - Calor aux total (MJ/ 50 año)	FABRICACION (MJ)	TOTAL
	Vidrio Simple	42,503.0	287.5	42,790.5 MJ
	Aire 20mm	12,018.1	367.0	12,385.1 MJ
	Triple Vidrio	5,862.5	446.5	6,309.0 MJ



## Conclusión

Una primera lectura del gráfico nos permite registrar que en términos de **consumo de energía**, el momento de la fabricación es totalmente despreciable en relación al de uso, siendo este entre un 1.0% / 99% en el vidrio simple y un 7.0% / 93.0% en el vidrio triple, relación fabricación / uso respectivamente.

Como conclusión del estudio del **consumo energético** para la fabricación y uso de las ventanas de PVC con sus alternativas de vidriado en la ciudad de La Plata, podemos afirmar que el sistema más eficiente es el de triple vidrio.

Su bajo consumo de calor auxiliar durante los 50 años de uso le permite ser el más eficiente respecto a los demás sistemas, cuestión que deja al sistema de vidrio simple en desventaja respecto a las otras dos resoluciones siendo hasta 7 veces más elevado el consumo respecto al vidrio triple y 3.5 veces respecto al DVH. Luego el DVH es 2 veces más elevado el consumo que el vidrio triple.

Por lo tanto el parámetro que más está incidiendo en el resultado final es el de consumo durante los 50 años de uso, medida que está totalmente condicionada por la ubicación geográfica del producto y sus grados días de calefacción, pero sobre todo por el motivo que durante el momento de la producción el PVC es casi nulo en términos de consumo de energía.

## B) Emisiones de gases de calentamiento global – CO<sub>2</sub>eq.

### B.1) POR UNIDAD

CALENTAMIENTO GLOBAL		
CO2	DIOXIDO DE CARBONC	1
CH4	METANO	25
N2O	ACIDO NITROSO	298

1kg de PVC	
CO2	2.88888889 kg
N2O	8.64021E-05 kg

94.5 KG PVC                      273 KG CO2  
0.008165 KG N2O

1KG PVC                      2.88888889  
8.64021E-05

1 kwh de EE	
CO2	0.55 kg
CH4	0.000964 kg
N2O	0.000043 kg

1 kg de vidrio	
CO2	0.3618 kg
CH4	0.00004448 kg
N2O	0.0004349 kg

### B.2) por sistema

CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq. (25)	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN	
PVC	1kg de PVC	PVC	1.0 kg	2.9 kg	2.9 kg	0.00E+00 kg	0.0 kg	8.64E-05 kg	2.57E-02 kg
					2.9		0.0		2.57E-02
	15.73 kg de pvc			45.4		0.0			0.4
TOTAL: CO <sub>2</sub> eq								45.8 kg	
PVC									
45.8 kg CO <sub>2</sub> eq									

CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq. (25)	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN	
VIDRIO SIMPLE	1kg de vidrio	VIDRIO	1.0 kg	0.4 kg	0.4 kg	0.000044486 kg	0.0 kg	0.0004349 kg	0.1 kg
		EE	1.98 kwh	0.552 kg	1.1 kg	0.00096 kg	0.0 kg	0.000043 kg	0.0 kg
	11.13 kg de vidrio			16.2		0.5			1.7
TOTAL: CO <sub>2</sub> eq								18.5 kg	
PVC+ VIDRIO SIMPLE									
64.3 kg CO <sub>2</sub> eq									

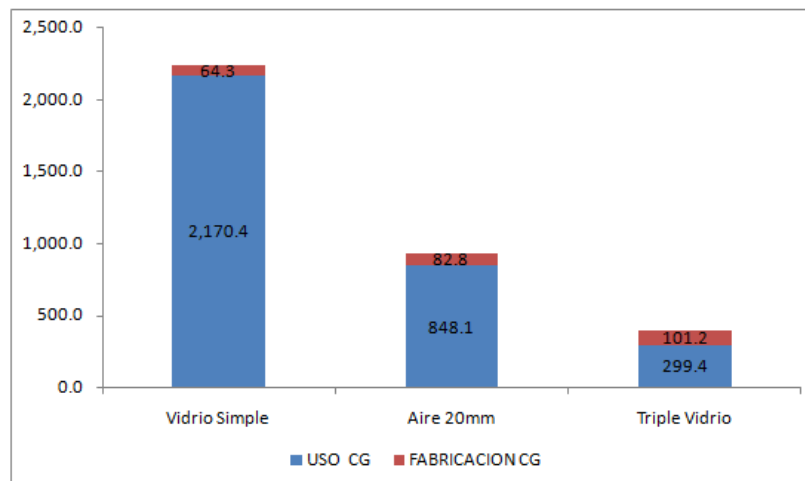
CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq. (25)	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN	
VIDRIO DVH	1kg de vidrio	VIDRIO	1.0 kg	0.4 kg	0.4 kg	0.000044486 kg	0.0 kg	0.0004349 kg	0.1 kg
		EE	1.98 kwh	0.552 kg	1.1 kg	0.00096 kg	0.0 kg	0.000043 kg	0.0 kg
	22.26 kg de vidrio			32.4		1.1			3.4
TOTAL: CO <sub>2</sub> eq								36.9 kg	
PVC + DVH									
82.8 kg CO <sub>2</sub> eq									

CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq. (25)	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN	
VIDRIO TRIPLE	1kg de vidrio	VIDRIO	1.0 kg	0.4 kg	0.4 kg	0.000044486 kg	0.0 kg	0.0004349 kg	0.1 kg
		EE	1.98 kwh	0.552 kg	1.1 kg	0.00096 kg	0.0 kg	0.000043 kg	0.0 kg
	33.39 kg de vidrio			48.6		1.6			5.2
TOTAL: CO <sub>2</sub> eq								55.4 kg	
PVC + TRIPLE VIDRIO									
101.2 kg CO <sub>2</sub> eq									

### B.3) Síntesis de emisiones de gases de calentamiento global (CO<sub>2</sub>eq.) por sistemas.

#### Fabricación + Uso

CO <sub>2</sub> eq POR FABRICACIÓN		CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq.	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq. (298)	TOTAL CO <sub>2</sub> eq FABRICACIÓN			
50 AÑOS											
		total (MJ/ 50 año)						USO CG	FABRICACION CG	TOTAL CG	
	Vidrio Simple	42502.99392 MJ	0.0510 kg	2,167.7 kg	0.000000 kg	0.0 kg	0.00006566 kg	2.8 kg	2,170.4	64.3	2,234.7
	Aire 20mm	12018.08794 MJ	0.0510 kg	612.9 kg	0.000000 kg	0.0 kg	0.0000657 kg	235.2 kg	848.1	82.8	930.8
Triple Vidrio	5862.48192 MJ	0.0510 kg	299.0 kg	0.000000 kg	0.0 kg	0.0000657 kg	0.4 kg	299.4	101.2	400.6	



#### Conclusión

Una primera lectura del gráfico nos permite registrar que en términos de emisiones de gases de calentamiento global, el momento de la fabricación, que es un periodo muy corto en relación a su vida útil (50 años) se lleva el menor porcentaje en relación al de uso, siendo este entre un 3.0% en el vidrio simple y un 25.0% en el vidrio triple.

Como conclusión del estudio de **emisiones de gases de calentamiento global** para la fabricación y uso de las ventanas de PVC con sus alternativas de vidriado en la ciudad de La Plata, podemos afirmar que el sistema más eficiente es el de triple vidrio, aunque este producto no sea el que genera menor emisiones de gases en el momento de la fabricación, (el vidrio simple es el de menor pero con muy poca diferencia) su bajo consumo de **calor auxiliar** durante los 50 años de uso le permite ser el más eficiente respecto a los demás sistemas, cuestión que deja al sistema de vidrio simple totalmente en desventaja respecto a las demás resoluciones, siendo 7 veces mayor el consumo referido al vidrio triple y 2.55 veces mayor que el DVH. El consumo del DVH es 2.8 veces mayor respecto al triple vidrio.

Por lo tanto el parámetro que más está incidiendo en el resultado final es el de la emisión durante los 50 años de uso, medida que está totalmente condicionada por la ubicación geográfica del producto y sus grados días de calefacción, pero sobre todo por el motivo que durante el momento de la producción el PVC es casi nulo en términos de emisión por consumo de energía.

## C) Emisiones de gases de acidificación – SO<sub>2</sub>eq.

### C.1) Por unidad

ACIDIFICACION		
SO2	DIOXIDO DE AZUFRE	1
NOX		0.7
NO2		0.7
NH3		1.88
HCL		0.88
HF		1.6

#### 1kg de pvc

NOX	0.007229101 kg	94.5 KG	PVC	0.68315 KG NOX	1KG PVC	0.0072
SO2	0.00867873 kg			0.82014 KG SO2		0.0087

#### 1 kwh de EE

SO2	0.0016521 kg
NOX	0.0008134 kg
HF	8.0008E-09 kg
N2O	0.000042719 kg

#### 1 kg de vidrio

SO2	0.00036 kg
NOX	0.00063 kg
NH3	0 kg
HF	3.69E-10 kg
NO2	0 kg

### C.2) Por sistema

	SO2eq POR FABRICACIÓN	SO2-dioxido de azufre	SO2-dioxido de azufre	NOX-oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NO2-dioxido de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NH3-amoniac	SO2 eq. (1.88)	HCL-acido clorhidrico	SO2 eq. (0.88)	HF-acido fluorhidrico	SO2 eq. (1.60)
PVC	1kg de PVC PVC 10 kg	8.68E-03 kg	8.68E-03 kg	7.23E-03 kg	0.00506 kg	0.0 kg	0.0 kg	0.00000	0.0000 kg	0.00 kg	0.00 kg	0.00E-00 kg	0.00000000 kg
	15.73 kg de PVC		8.68E-03		5.06E-03		0.0		0.0		0.0		0.00000000
<b>TOTAL: SO2eq</b>													<b>0.2</b>

**TOTAL SO2eq FABRICACIÓN**

**PVC**  
**0.2 kg SO2eq.**

	SO2eq POR FABRICACIÓN	SO2-dioxido de azufre	SO2-dioxido de azufre	NOX-oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NO2-dioxido de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NH3-amoniac	SO2 eq. (1.88)	HCL-acido clorhidrico	SO2 eq. (0.88)	HF-acido fluorhidrico	SO2 eq. (1.60)
VIDRIO SIMPLE	1kg de vidrio VIDRIO EE 10 kg 198 kwh	0.000360 kg	0.000360 kg	0.0006 kg	0.000448 kg	0.0	0.000042719 kg	0.00000	0.0000 kg	0.00 kg	0.00000 kg	0.000000000369 kg	0.000000000618 kg
	11.13 kg de vidrio	0.001652 kg	0.003271 kg	0.0008 kg	0.001127 kg		0.000059209 kg		0.0		0.0	0.00000000080 kg	0.0000000158 kg
<b>TOTAL: SO2eq</b>													<b>0.05880</b>

**TOTAL SO2eq FABRICACIÓN**

**PVC + VIDRIO SIMPLE**  
**0.275 kg SO2eq.**

	SO2eq POR FABRICACIÓN	SO2-dioxido de azufre	SO2-dioxido de azufre	NOX-oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NO2-dioxido de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NH3-amoniac	SO2 eq. (1.88)	HCL-acido clorhidrico	SO2 eq. (0.88)	HF-acido fluorhidrico	SO2 eq. (1.60)
VIDRIO DVH	1kg de vidrio VIDRIO EE 10 kg 198 kwh	0.000360 kg	0.000360 kg	0.0006 kg	0.000448 kg	0.0	0.000042719 kg	0.00000	0.0000 kg	0.00 kg	0.00000 kg	0.000000000369 kg	0.000000000618 kg
	22.26 kg de vidrio	0.001652 kg	0.003271 kg	0.0008 kg	0.001127 kg		0.000059209 kg		0.0		0.0	0.00000000080 kg	0.0000000158 kg
<b>TOTAL: SO2eq</b>													<b>0.41720</b>

TOTAL SO2eq FABRICACIÓN	
<b>PVC + DVH</b>	
0.333 kg SO2eq.	

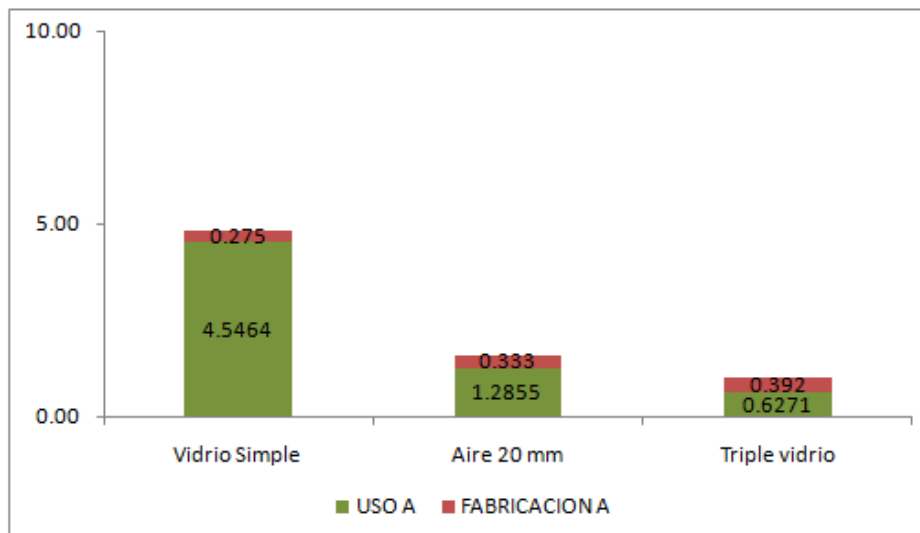
VIDRIO TRIPLE	SO2eq POR FABRICACIÓN		SO2-dioxido de azufre	SO2-dioxido de azufre	NOX--oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NO2 -dioxido de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NH3 -amoniacoo	SO2 eq. (1.88)	HCL-acido clorhidrico	SO2 eq. (0.88)	HF-acido fluorhidrico	SO2 eq. (1.60)
	kg de vidrio	VIDRIO EE	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
	10	138	0.000360	0.000360	0.0008	0.000448	0.0	0.000059209	0.00000	0.0000	0.00	0.00000	0.000000000369	0.000000000158
				0.00362		0.001675		0.0000552		0.0		0.0		0.0000000165
	33.39 kg de vidrio			0.121		0.053		0.00197697		0.0000		0.0		0.000000055
TOTAL: SO2eq.														0.17880

TOTAL SO2eq FABRICACIÓN	
<b>PVC + TRIPLE VIDRIO</b>	
0.392 kg SO2eq.	

### B.3) Síntesis de emisiones de gases de acidificación (SO2eq.) por sistemas

#### Fabricación + Uso

50 años	SO2eq POR FABRICACIÓN		SO2-dioxido de azufre	SO2-dioxido de azufre	NOX--oxidos de nitrogeno	SO2 eq. (0.70)	NO2 -dioxido de	SO2 eq. (0.70)	NH3 -amoniacoo	SO2 eq. (1.88)	HCL-acido clorhidrico	SO2 eq.	HF-acido fluorhidrico	SO2 eq.	TOTAL SO2eq FABRICACIÓN		
	Calor aus. total		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	USO A	FABRICACION A	TOTAL A
Vidrio Simple	42502.994 MJ		4.3047000E-05	1.830	0.00009132	2.717	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5464	0.275	4.8
Aire 20 mm	12018.088 MJ		4.3047000E-05	0.517	0.00009132	0.768	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2855	0.333	1.6
Triple vidrio	5862.4819 MJ		4.3047000E-05	0.252	0.00009132	0.375	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6271	0.392	1.0



## Conclusión

Una primera lectura del gráfico nos permite registrar que en términos de emisiones de gases de acidificación, el momento de la fabricación, que es un periodo muy corto en relación a su vida útil (50 años) se lleva el menor porcentaje en relación al de uso, siendo este entre un 5.7% en el vidrio simple y un 38.4% en el vidrio triple.

Como conclusión del estudio de **emisiones de gases de acidificación** para la fabricación y uso de las ventanas de PVC con sus alternativas de vidriado en la ciudad de La Plata, podemos afirmar que el sistema más eficiente es el de triple vidrio, aunque este producto no sea el que genera menores emisiones de gases en el momento de la fabricación, (el vidrio simple es el de menor por muy poca diferencia con ambos dos) su bajo consumo de calor auxiliar durante los 50 años de uso le permite ser el más eficiente respecto a los demás sistemas, cuestión que deja al sistema de vidrio simple totalmente en desventaja respecto a las demás resoluciones, siendo 4.7 veces mayor respecto al triple vidrio y 3.0 veces mayor que el DVH. Luego el DVH es 1.6 veces mayor que el vidrio triple.

Por lo tanto el parámetro que más está incidiendo en el resultado final es el de consumo durante los 50 años de uso, medida que está totalmente condicionada por la ubicación geográfica del producto y sus grados días de calefacción, parámetro que deja afuera al vidrio simple por no ser buen aislante térmico.

### D) Normalización

La normalización es la conversión de los resultados de la caracterización a unidades globales neutras, dividiendo cada uno por un factor de normalización.

A través de estos factores se representa el grado de contribución de cada categoría de impacto sobre el problema medioambiental local.

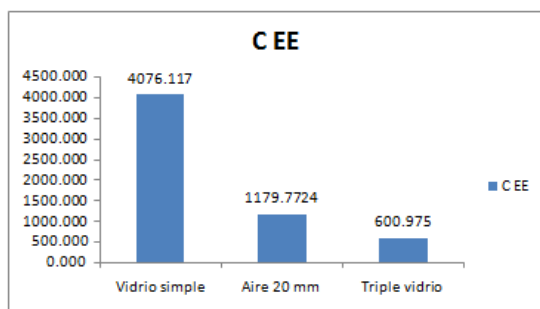
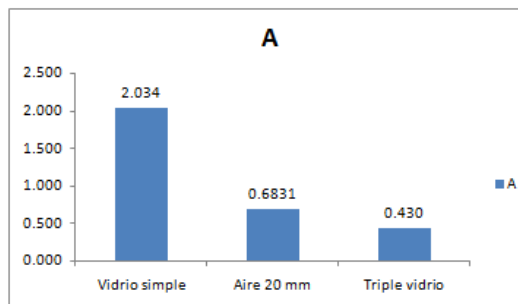
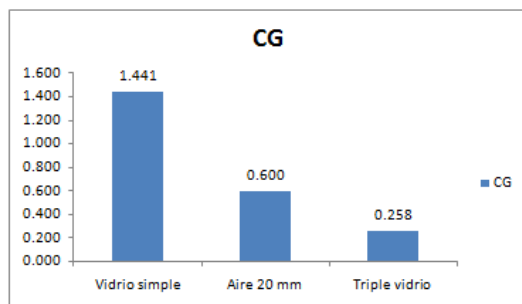
En este caso se toman datos de emisiones y consumos de energía a nivel nacional y provincial, dividiendo por la población de la provincia de Buenos Aires, para llegar a la emisión y consumo por habitante.

POR PERSONA EQUIVALENTE

Categoría	Factores de normalización	Normalización - Por todas las personas mundialmente	Personas mundial	Normalización - Por persona
Calentamiento Global	kg/año	7.70E+09	4962151.00	1551.35
Acidificación	kg/año	1.18E+07	4962151.00	2.37
Consumo de Energía	GJ/año	5.21E+07	4962151.00	10.50

Normalización - Por persona			CASO VENTANA DVH	NORMALIZACION	VENTANA SIMPLE	NORMALIZACION	CASO VENTANA TRIPLE	NORMALIZACION
C G (kg)	1551.4	kg/año por persona	930.84	0.6000	2,234.75	1.441	400.59	0.258
A (kg)	2.37	kg/año por persona	1.62	0.6831	4.82	2.034	1.02	0.430
C EE (MJ)	10.50	MJ/ año por persona	12,385.09	1179.7724	42,790.53	4076.117	6,308.96	600.975

	CG	A	C EE
<u>Vidrio simple</u>	1.441	2.034	4076.117
<u>Aire 20 mm</u>	0.600	0.6831	1179.7724
Triple vidrio	0.258	0.430	600.975



### E) Valoración-Ponderación

La ponderación es la conversión de los resultados de los valores caracterizados a una unidad común y sumable (personas), multiplicándolos por su factor de ponderación de acuerdo a la zona.

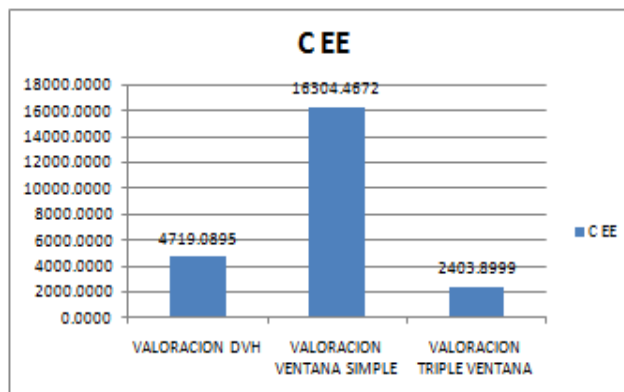
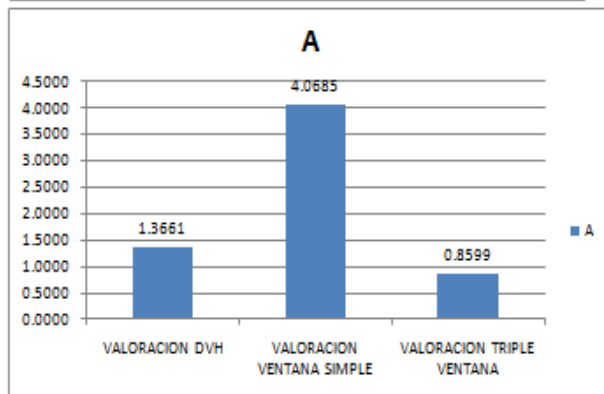
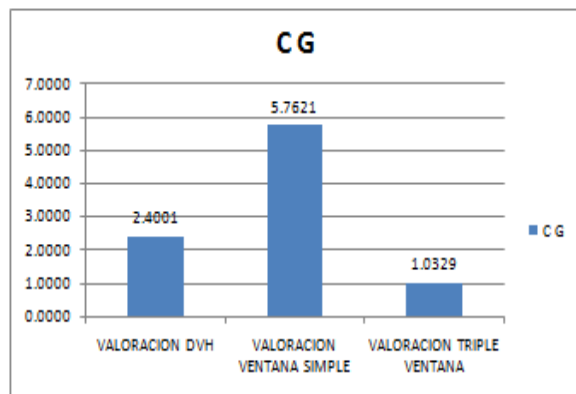
Para este caso de estudio, en la ciudad de La Plata, se tomaron al consumo de energía y las emisiones de gases de calentamiento global, como factores de mayor impacto, esto se debe a la condición urbana productiva de la ciudad, que requiere de gran consumo de energía, mientras que el factor de acidificación, tiene un menor impacto, casi despreciable, pero lo entendemos como un dato a seguir y verificar continuamente sobre todo por la cercanía e incidencia del funcionamiento de la petroquímica general Mosconi sobre la calidad ambiental de La Plata.

Categoría	Factores
Calentamiento global	04 10
Acidificación	02 10
Consumo de Energía	04 10



	NORMALIZACIÓN CASO VENTANA DVH	VALORACION	NORMALIZACION CASO VENTANA SIMPLE	VALORACION	NORMALIZACION CASO VENTANA TRIPLE	VALORACION
C G (kg) - 4/10	0.6000	2.4001	1.441	5.7621	0.258	1.0329
A (kg) - 2/10	0.6831	1.3661	2.034	4.0685	0.430	0.8599
C EE (MJ) - 4/10	1179.7724	4719.0895	4076.117	16304.4672	600.975	2403.8999

	VALORACION DVH	VALORACION VENTANA SIMPLE	VALORACION TRIPLE VENTANA
C G	2.4001	5.7621	1.0329
A	1.3661	4.0685	0.8599
C EE	4719.0895	16304.4672	2403.8999



## **Conclusiones Finales:**

A partir de una normalización tomando valores nacionales y provinciales y luego haciendo la ponderación en la ciudad de La Plata, podemos decir que:

De la lectura de los tres gráficos, relativo a consumo de energía, emisión de gases de calentamiento global y emisiones de acidificación, podemos señalar que se desprenden dos niveles de impacto.

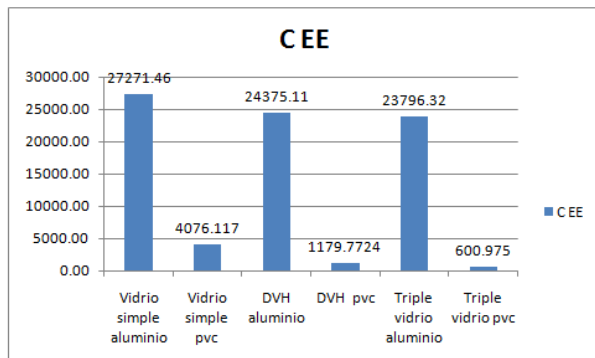
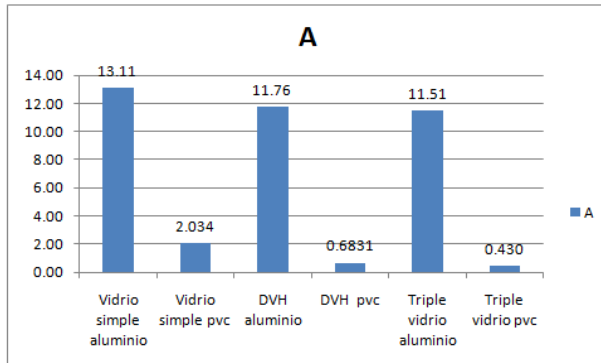
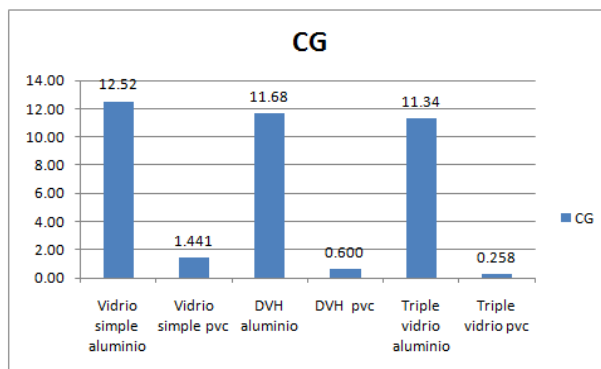
El primer nivel y de mayor impacto, está conformado por la solución con vidrio simple.

El segundo nivel y de menor impacto, conformado por vidrio triple y DVH, que se encuentran en valores muy cercanos siendo el triple vidrio sensiblemente más bajo en las tres categorías de impacto. Esto nos permite pensar que ambas soluciones son posibles para la ciudad de la Plata, lo que planteará tomar la decisión en función del costo y la existencia del producto en el mercado local.

### c.Comparación entre carpinterías de ALUMINIO Y PVC

En el siguiente gráfico se observa cual es el porcentaje en emisiones y consumo de energía para cada abertura.

	CG	A	C EE
Vidrio simple aluminio	12.52	13.11	27271.46
Vidrio simple pvc	1.441	2.034	4076.117
DVH aluminio	11.68	11.76	24375.11
DVH pvc	0.600	0.6831	1179.7724
Triple vidrio aluminio	11.34	11.51	23796.32
Triple vidrio pvc	0.258	0.430	600.975



## Conclusiones Finales

Como conclusión final podemos decir que la ventana de PVC en todas las alternativas de vidriados y sobre todas las categorías analizables resulta más eficiente en términos de economía ambiental que la de aluminio. Dentro de las alternativas en PVC, la de vidrio triple es la de menor impacto.

	CG	A	CEE
Vidrio simple aluminio/pvc	8.69	6.445	6.691
DVH aluminio/pvc	19.466	17.2157	20.6609
Triple vidrio aluminio/pvc	43.909	26.761	39.596

Como muestra el grafico siguiente:

### **La diferencia de emisión de gases de calentamiento global;**

Para la solución con vidrio simple, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 8.69. Por lo tanto el vidrio simple con aluminio genera 8, 69 veces más de emisiones de CO<sub>2</sub>eq que un vidrio simple con PVC.

Para la solución con DVH, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 19.6. Por lo tanto el DVH con aluminio genera 19.6 veces más de emisiones de CO<sub>2</sub>eq que un DVH con PVC.

Para la solución con triple vidrio, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 43.3 (*siéndola mayor diferencia*). Por lo tanto el triple vidrio con aluminio genera 43.3 veces más de emisiones de CO<sub>2</sub>eq que un triple vidrio con PVC.

### **La diferencia de emisión de gases de acidificación;**

Para la solución con vidrio simple, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 6.44. Por lo tanto el vidrio simple con aluminio genera 6.44 veces más de emisiones de SO<sub>2</sub>eq que un vidrio simple con PVC.

Para la solución con DVH, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 17.21. Por lo tanto el DVH con aluminio genera 17.21 veces más de emisiones de SO<sub>2</sub>eq que un DVH con PVC.

Para la solución con triple vidrio, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 26.76 (*siéndola mayor diferencia*). Por lo tanto el triple vidrio con aluminio genera 26.76 veces más de emisiones de SO<sub>2</sub>eq que un triple vidrio con PVC.

### **La diferencia de consumo de energía;**

Para la solución con vidrio simple, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 6.69. Por lo tanto el vidrio simple con aluminio consume 6.44 veces más de energía que un vidrio simple con PVC.

Para la solución con DVH, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 20.66. Por lo tanto el DVH con aluminio consume 20.66 veces más de energía que un DVH con PVC.

Para la solución con triple vidrio, el coeficiente entre aluminio y PVC es de 39.56 (*siendo la mayor diferencia*). Por lo tanto el triple vidrio con aluminio consume 39.56 veces más de energía que un triple vidrio con PVC.

## 12. CONCLUSIÓN

Muchos de los proyectos realizados parten de una cuestión económica, olvidando los elementos principales de la arquitectura y del hombre como usuario.

Estamos convencidos que esta nueva arquitectura impulsará acciones futuras respecto al sector habitacional en nuestro país, respondiendo a mejorar las calidad de vida en general y en particular dará respuestas de calidad y sustentabilidad de las diversas situaciones presentadas.

Este tipo de Arquitectura no es más que una respuesta eficiente a la necesidad de refugio, dictada por el sentido común. Una respuesta de buena arquitectura. Una solución que sitúa al hombre en su relación con la naturaleza. Donde ante una necesidad concreta de habitabilidad y confort, se explotan los recursos naturales mediante determinadas consideraciones en el diseño arquitectónico, y en los usos y costumbres de sus residentes.

Las técnicas van evolucionando, cambiando y las formas de la arquitectura también, pero lo que no cambia es la relación permanente entre un edificio y su entorno. Esta relación continuará estando presente aunque nos olvidemos de ella.

Entonces ¿por qué ponerle otro nombre a la "Arquitectura"? Solar-Bioclimática- Sustentable, si en realidad nos referimos a una sola ARQUITECTURA, que responde y se reinventa a partir de las necesidades, intereses, situaciones económicas y políticas. Es decir, es la Arquitectura y su contexto.

***"La ARQUITECTURA moderna supone, ante todo, un nuevo vínculo substancial entre el arquitecto y las condiciones objetivas del tema, originado por la incorporación de una serie de disciplinas científicas a su trabajo. No es, pues, un sistema de formas invariables, una receta estética, sin respeto a la índole del tema y a las particularidades geometeorológicas del lugar. Todo lo contrario. Es un nuevo modo de plantear problemas, conducentes a soluciones arquitectónicas que contemplan, en toda su extensión y hondura, las características de cada paisaje y clima, de cada tipo de vida y actividad. Cada nuevo lugar, cada nuevo tema, cada nuevo recurso técnico, deben engendrar nuevas formas. "*** Wladimiro, Acosta "Vivienda y Ciudad"

### 13. BIBLIOGRAFIA

- Azqueta, P, 2014. Manual Práctico del Aislamiento Térmico en la construcción. EPS-Poliestireno Expandido. Asociación Argentina del Poliéstireno Expandido(AAPE).
- Balcomb, J.D., Passive Solar Design Handbook – Vol.III, "Passive Solar Design Analysis and Supplement". American Solar Energy Society Inc. EUA, 1983
- Czajkowski,J.; Gomez Analía (2011) Cuadernos de Arquitectura Sustentable. Artículos seleccionados 2011. Universidad Nacional de La Plata.
- Fabris,A; Yarke, E. " Tablas del cociente carga colector (LCR) para 60 localidades de la República Argentina". Trabajo presentado en la X Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de la Energía Solar, Neuquén, Octubre 1985.
- Givoni,B (1992) Comfort, climate Analysis and Building Design Guidelines Energyand Building, 18, pp11-23
- Guía técnica de planificación. Cubiertas ecológicas extensivas con sistema, ZinCo, Barcelona.
- INDEC Instituto nacional de Estadísticas y Censos. Censo Nacional de Población y Vivienda 2001 / 2010.
- Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de condiciones técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía (IDEA). 2009. Madrid
- Jourda, F. (2009) Pequeño Manual del proyecto sostenible. Ed. GG. Barcelona. ISBN:978-84-252-2449-2
- James, (2012) Un Vitruvio ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. GG. Barcelona. ISBN. 978-84-252-2155-2
- Machado, M, et al (2000). La cubierta ecológica como material de construcción. Informes de la construcción. Vol52 n467.
- Mazria Edward (1985). "El libro de la energía solar pasiva". Segunda edición. Tecnología y Arquitectura. Gustavo Gili. Barcelona
- Norma IRAM N° 11601. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Aislamiento térmico de edificios. "Propiedades térmicas de los materiales para la const.Método de cálculo de la resistencia térmica total".
- Norma IRAM N° 11603. Instituto Argentino de Normalización y Certificación Aislamiento térmico de edificios. "Clasificación bioambiental de la República Argentina".
- Norma IRAM N° 11604. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. "Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite".
- Norma IRAM N° 11605. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. "Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximas admisibles de transmitancia térmica K en cerramientos opacos".
- Olgay, V. 1963. Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Ed. Gustavo Gili. ISBN: 84-252-1488-2
- Riera Ojeda, O. (1998) Ten House. Eduardo Souto Moura. ISBN 1-56496-394-2
- Rosenfeld E, et al (1989-1991). Proyecto: Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del hábitat bonaerense. P.I.D. (Programa de Investigación y Desarrollo, CONICET). UI N°2- IDEHAB-FAU-UNLP.

Rougeron, C. (1977). Aislamiento acústico y térmico en la construcción. Ed. Técnicos Asociados SA. ISBN 9788471460974

Secretaría de energía. Coordinación de Energías Renovables. (2008). Energías renovables 2008 - Energía Eólica. Recuperado el 11 de Abril de 2014, de [http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos\\_didacticos/publicaciones/libro\\_energia\\_eolica.pdf](http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/libro_energia_eolica.pdf)

Wladimiro, A. 1976. Vivienda y Clima. Ed. Nueva Visión. Buenos Aires

Wladimiro, A. (2014) Vivienda y Ciudad. Problemas de Arquitectura contemporánea. ISBN 978-987-360 7-23-3



## 14. ANEXOS