

EVALUACION ENERGETICA E INCORPORACION DE SOLUCION SUSTENTABLE A TRAVES DE UN MURO TROMBE EN UNA VIVIENDA SOCIAL UBICADA EN LA COMUNA DE FLORIDA.

C. Gallardo Cartes¹, M. Neubauer Rojas², F. González Monsalve³

Universidad Católica de la Santísima Concepción

RESUMEN

El sector de la construcción, como se evidencia en su ciclo de vida son los responsables del 40% consumo de energía en el planeta, y de un 20% del total de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) a nivel mundial, por lo que es una industria clave para lograr los diferentes objetivos en la mitigación de emisiones.

En el presente artículo, se modeló y analizó el comportamiento térmico de la envolvente de una vivienda social con la incorporación de un muro Trombe con el objetivo de disminuir la demanda energética de la vivienda. Además, se analizó la utilización de un material aislante con menor impacto al medioambiente, es por esto que también se estimó la Huella de Carbono de los principales materiales utilizados en la construcción de la vivienda.

La vivienda analizada presentó en promedio 0,606 KW en pérdidas de energía debido a la Carga por Ventilación, contrariamente las Cargas Solares e Internas tienen un aporte anual en promedio de 2,972 KW, la Carga por Envolvente depende directamente de la temperatura debido a esto aporta o quita energía. En relación con las emisiones de CO₂ el hormigón es el material que más emisiones genera, con 2120 KgCO₂eq.

PALABRAS CLAVES: Sustentable, Muro Trombe, Envolvente térmica.

ABSTRACT:

The construction sector, as evidenced in its life cycle, is responsible for 40% of energy consumption on the planet, and 20% of the total Greenhouse Gas (GHG) Emissions worldwide, so it is a key industry to achieve the different objectives in the mitigation of emissions.

In this article, the thermal behavior of the envelope of a social dwelling with the incorporation of a Trombe wall was modeled and analyzed with the aim of reducing the energy demand of the dwelling. In addition, the use of an insulating material with less impact on the environment was analyzed, which is why the Carbon Footprint of the main materials used in the construction of the house was also estimated.

The house analyzed presented an average of 21,972 KW of energy loss due to the Ventilation Load, contrary to the Solar and Internal Loads have an average annual contribution of 4,561 KW, the Envelope Load depends directly on the temperature due to this it contributes or removes energy. In relation to CO₂ emissions, concrete is the material that generates the most emissions, with 2120 KgCO₂eq.

KEYWORDS: Sustentable, Muro Trombe, Thermal envelope.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción y el uso de los edificios tienen un gran impacto en el medio ambiente: consumen alrededor del 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y el 16% del agua (Gauzzin, 2001).

Se estima que un 40% de los residuos son generados por actividades ligadas directa o indirectamente a la construcción de obras civiles y en la obtención de materias primas, así como el transporte y su posterior manufacturación (García-Ochoa, Quito-Rodríguez & Perdomo-Moreno, 2020).

Actualmente, uno de los fenómenos más estudiados es el Efecto Invernadero (EI), que corresponde a un proceso natural que a través de los gases de efecto invernadero (GEI) retienen parte de la radiación solar que llega al planeta, lo que permite mantener temperatura y condiciones ambientales posibilitando la vida en el mundo. Sin embargo, el uso desmedido de combustibles fósiles desde la Revolución Industrial ha provocado el aumento de GEI en la atmosfera, lo que ha generado un alza en las temperaturas promedio del planeta (Feldman & Biderman, 2001).

“La Política Energética de Chile 2050” publicada por el Ministerio de Energía en el 2015, establece metas para que al 2035 el 100% de las edificaciones de uso público y residencial nuevas cuenten con estándares definidos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con el objetivo de apuntar a un tipo de construcción eficiente. Asimismo, la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable desarrollada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) plantea diversas metas en materia de eficiencia energética (MINVU,2018).

Se espera que Chile presente aumento en el consumo energético per cápita, por lo que surgen diversos desafíos impuestos por los cambios en las tendencias energéticas, en cuanto a cómo se desarrollará la infraestructura energética vinculada a consideraciones ambientales y sociales (MINVU,2018).

Un factor determinante en la eficiencia energética de un edificio es el diseño y la calidad de la envolvente, dado que tiene directa relación en el consumo de energía en la vivienda (Mercier, Dutil, Rouse, Pronovost, Bouderau, Hudon, Castonguay, 2011).

Este artículo presenta la modelación de una vivienda social con el fin de analizar el comportamiento térmico de su envolvente térmica, además de incorporar una alternativa para el consumo de energía a través del sistema de un Muro Trombe.

2. MARCO TEÓRICO

El sector de la construcción es responsable, directa e indirectamente del 18% de las emisiones mundiales de GEI en 2010, además de ser el mayor consumidor de recursos naturales. Entre los principales GEI, el CO₂ es uno de los que genera mayor preocupación dada su alta participación en el cambio climático, entre las mayores industrias

emisoras de GEI. El sector de la construcción ofrece oportunidades de reducción de emisiones a corto plazo debido a su importancia económica, disminuyendo las emisiones de GEI incorporadas en las cadenas de suministro de recursos en la construcción (García-Ochoa, 2020). A nivel global, los edificios y la construcción representan el 60% del consumo en electricidad y el 40% del consumo en recursos y materiales. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la tasa de crecimiento poblacional de Chile está en el 1,06% anual. Esto significa que los proyectos inmobiliarios van en aumento, y si no hay cambios en las maneras de construir, el consumo de recursos energéticos y materiales aumentará considerablemente (Simón, 2019).

Las emisiones de carbono producida por los materiales y la construcción en general son de gran impacto al medioambiente por lo que es importante cuantificar el costo que le conlleva al medio ambiente.

En Chile, el sector residencial es el que menos avance ha demostrado en el consumo de energía. Esto quiere decir, que tanto la eficiencia energética de los edificios y el confort de los habitantes se han visto relegado en el diseño arquitectónico y estructural, ya que, el confort de los habitantes debiera ir de la mano con el diseño y la materialidad, de modo que las condiciones interiores del inmueble sean las adecuadas para que la energía utilizada en calefacción y ventilación sea mínima (Romero, 2011)

El concepto de uso eficiente de energía o eficiencia energética se refiere al objetivo de reducir la cantidad de energía y de combustibles que se utilizan para proporcionar bienes y/o servicios, pero conservando la calidad y el acceso de ellos. (CChC G. d., 2019). Dentro de este concepto, se encuentra la construcción sustentable.

La Construcción Sustentable, se define como cualquier acción o iniciativa que se incorpora a una obra o proyecto en cualquiera de sus etapas, que se traduce como un ahorro en el consumo de recursos y energía, aportes en la disminución de la huella de agua y carbono, mejorar la calidad de ambiente interior de viviendas y edificios, o lograr menores impactos durante la etapa de construcción, con el objetivo de reducir los impactos ambientales resultantes y lograr una mayor calidad de vida para los usuarios (CChC G. d., 2019). La aplicación de este tipo de procesos constructivos puede implicar ahorros significativos en materia de consumo energético en cuanto a costos operacionales y mantenimiento a largo plazo. Construir de manera sustentable aporta en emitir menos GEI, y con ello una disminución en la Huella de Carbono.

La Huella de Carbono (HdeC), es un indicador de la cantidad de gases de efecto invernadero producidos y liberados al ambiente por el desarrollo de una actividad (individual, colectiva, eventual y de productos). La HdeC considera los 6 GEI identificados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Se mide en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida día a día, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte, entre otros procesos (Schneider & Samaniego, 2010).



De acuerdo con lo antes mencionado, el presente trabajo tiene como objetivo modelar y analizar el comportamiento térmico de una vivienda con la incorporación de una solución pasiva, además se determina la emisión HdeC de los diferentes materiales utilizados en la etapa de construcción.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Modelar y analizar el comportamiento térmico de la envolvente de una vivienda social con la incorporación de un muro Trombe.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar la demanda de la calefacción en la vivienda con y sin la implementación de un muro Trombe.
- Análisis de solución y evaluación de material aislante sostenible.
- Determinar la emisión de G.E.I de los materiales utilizados.

4. METODOLOGIA

Para estudiar la edificación y así calcular el Balance térmico, se consideraron planos de arquitectura, especificaciones técnicas (EE.TT), ubicación geográfica, climatología, ocupantes, iluminación, artefactos eléctricos y electrónicos.

4.1 Área de estudio

En el presente artículo se estudió una vivienda social, emplazada de manera teórica en la comuna de Florida, Región del Biobío, Chile. La edificación consta de 1 piso de estructura de madera con una superficie de 54,35 m², que considera cocina, cuarto de estar, comedor, baños y dormitorios.

Según el Mapa de Zonificación térmica de Chile, Florida se ubica en la macrozona centro sur categoría F.

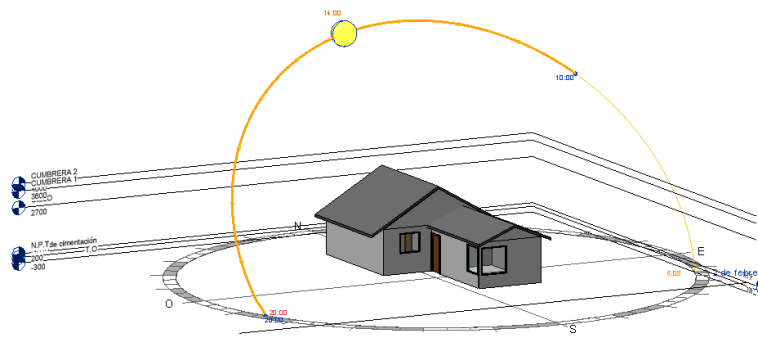


Figura 1: Modelo Revit vivienda.

4.2 Balance térmico:

Para determinar las condiciones térmicas, se calculó un balance térmico, condicionado por la diferencia de temperatura entre el exterior y el ambiente interior en confort térmico.

El balance térmico es la suma de todas las ganancias y pérdidas de energía, es un valor que su magnitud expresa si es necesario enfriar o calefaccionar el inmueble. (Díaz, 2005).

El balance térmico total se obtiene a partir de la **Ecuación 1**.

$$Q_{total} = Q_s \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_i \quad (1)$$

Q_{total} : Balance térmico (kW).

Q_c : Balance térmico de cargas solares (kW).

Q_s : de los elementos de la envolvente

Q_v : Balance térmico de cargas de ventilación (kW).

Q_i : Balance térmico de cargas internas (kW).

4.2.1 Cargas solares:

La radiación solar que inciden sobre la edificación genera importantes ganancias de calor, denominadas ganancias de calor indirectas, si se dan a través de superficies opacas (muros y cubiertas), o directas si se dan a través de superficies transparentes, como el vidrio. En el método del balance térmico se recomienda calcular las ganancias indirectas por medio del parámetro temperatura sol-aire, sin embargo, en ocasiones puede resultar útil conocer las ganancias solares indirectas independientemente de la temperatura del aire exterior. (McQuiston, 2003)

4.2.1.1 Carga solar directa, Q_{sr} :

Corresponde a ganancias de energía que se presentan en las zonas vidriadas de la edificación, específicamente, a la radiación solar que atraviesa la superficie de vidrio, e incide en el interior de la vivienda produciendo un aumento de temperatura. La Q_{sr} se obtiene a partir de la **Ecuación 2**.

$$Q_{sr} = S * R * \theta \quad (2)$$

S: Superficie acristalada expuesta a la radiación (m²).

R: Radiación solar que atraviesa la superficie del cristal (W/m²).

θ : Coeficiente de ganancia solar, el cual depende del tipo de vidrio.

4.2.1.2 Carga solar indirecta, Q_{srt} :

Corresponde a la energía solar que absorben los elementos opacos de una edificación, es decir, la techumbre y los muros. Esto produce un aumento de energía dentro de la vivienda. La Q_{srt} se obtiene a partir de la **Ecuación 3**.

$$Q_{srt} = U * S * (R * \alpha * R_{sa}) \quad (3)$$

U: Transmitancia térmica del elemento (W/m²K).

S: Superficie opaca expuesta a la diferencia de temperatura (K).

R: Radiación solar total incidente (W/m²).

α : Absortancia de la superficie [0-1].

R_{sa} : Resistencia de la película exterior de aire.

4.2.2 Elementos de la envolvente, Q_c :

Corresponde a las cargas de la envolvente térmica, es la energía que interactúa entre la construcción y el ambiente exterior, es decir, flujo térmico que relaciona aquellos elementos que componen la envolvente (Díaz, 2005). La Q_c se obtiene a partir de la **Ecuación 4**.

$$Q_c = U * S * (T^{\circ}ext - T^{\circ}int) \quad (4)$$

U: Transmitancia térmica del elemento (W/m²K).

S: Superficie expuesta a la diferencia de temperatura (m²).

T_{ext} : Temperatura de aire expuesto (K).

T_{int} : Temperatura de aire interior (K).

4.2.3 Cargas de ventilación, Q_v :

Transferencia de calor desde el ambiente exterior al interior producido por infiltraciones y/o ventilaciones generando un cambio de humedades.

4.2.3.1 Carga ventilación sensible, Q_{vs} :

Cargas producidas por el ingreso de aire exterior al edificio, produciendo dentro de este una renovación del aire interior y expulsándolo hacia el exterior. (Mardones,2020) La Q_{vs} se obtiene a partir de la **Ecuación 5**.

$$Q_{vs} = C_{e, aire} * V_{infil} * \rho * \Delta T \quad (5)$$

$C_{e, aire}$: Calor específico del aire (1012 J/Kg°C).

V_{infil} : Caudal de aire de ventilación (m³V/s).

ρ : Densidad del aire (1,18 Kg/m³).

ΔT : Diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior (°C).

4.2.3.2 Carga ventilación latente, Q_{vl} :

Corresponde a las pérdidas o ganancias de calor transmitidas por infiltraciones y/o ventilaciones de aire, que van desde el exterior hasta el interior del recinto, dependiendo de las humedades existentes. (Mardones,2020) La Q_{vl} se obtiene a partir de la **Ecuación 6**.

$$Q_{vl} = V_r * 0,84 * \Delta W \quad (6)$$

V_r : Caudal de aire infiltrado y ventilación (m³ V /s).

ΔW : Diferencial de humedad entre el ambiente exterior e interior ($W_{ext} - W_{int}$).

$$V_r = A * V_{viento} \quad (7)$$

A : Área de la puerta o ventana (m²).

V_{viento} : Velocidad del viento (m/s).

4.2.4 Cargas internas, Q_i :

Las ganancias internas provienen de las fuentes de calor que están situadas dentro de la vivienda. Estas incluyen las personas, iluminación, equipos y artefactos. Prácticamente todo lo que consume energía y genera calor. Esta situación puede considerarse positiva, en épocas invernales, sin embargo, contraproducentes en periodos de mayor calor. (Shcehpp, 2016) Las Q_i se obtienen a partir de la **Ecuación 8**.

$$Q_i = Q_{ip} + Q_{iii} + Q_{iid} + Q_{ie} \quad (8)$$

Q_{ip} : Carga interna por ocupantes (W).

Q_{ii} : Carga interna por iluminación incandescente (W).

Q_{iid} : Carga interna por iluminación descarga (W).

Q_{ie} : Carga interna por artefactos (W).

4.2.4.1 Carga interna por ocupante, Q_{ips} :

Las cargas internas por ocupantes corresponden a las cargas que aporta cada persona a la edificación, estas pueden ser sensibles o latentes. Los fenómenos que están involucrados en la ganancia o pérdida de calor son debido a la radiación, convección, conducción, evaporización y respiración. (Mardones, 2020) La Q_{ips} se obtiene a partir de la **Ecuación 9**.

$$Q_{ips} = n * C_{sensible, persona} \quad (9)$$

n: Número de usuarios estimados en el recinto.

$C_{sensible, persona}$: Calor sensible por persona y actividad que realice (W) (McQuiston, 2003).

$$Q_{ipl} = n * C_{latente, persona} \quad (10)$$

n: Número de usuarios estimados en el recinto.

$C_{latente, persona}$: Calor latente por persona y actividad que realice (W).

4.2.4.2 Carga interna por iluminación, Q_{ii} :

Esta carga se produce debido a la potencia de las ampollitas, que se disipa como calor al interior de la vivienda.

Los parámetros para definir esta carga están expresados mediante las **Ecuaciones 11 y 12**.

Carga interna sensible de iluminación para lámparas incandescentes

$$Q_{iii} = n * Pot_{lámpara incandescente} \quad (11)$$

n: Número de lámparas de cada tipo.

$Pot_{lámpara incandescente}$: Potencia de la bombilla, lámpara incandescente (W).

Carga interna sensible de iluminación para lámparas de descarga

$$Q_{iid} = 1,25 * n * Pot_{lámpara descarga} \quad (12)$$

n: Número de lámparas de cada tipo.

$Pot_{lámpara descarga}$: Potencia de la bombilla, lámpara descarga (W).

4.2.4.3 Carga interna por artefactos, Q_{ie} :

Corresponde a la suma de las potencias de los artefactos eléctricos que se encuentren dentro de la vivienda.

La Q_{ie} se obtiene a partir de la **Ecuación 13**.

$$Q_{ie} = \sum n * C_{artefacto} \quad (13)$$

Donde:

n: Número de artefactos en el recinto.

$C_{artefacto}$: Carga térmica sensible de cada artefacto a considerar (W).

4.3 Elementos con cámaras de aire

4.3.1 Elementos con cámara de aire no ventilada, son los elementos que cumplen las siguientes condiciones.

- S/l menor que 20 cm^2/m para elementos verticales.
- S/a menor que 30 cm^2/m^2 para elementos horizontales,

Donde:

S: sección total de orificios (cm^2)

L: Longitud cámara de aire (m)

La resistencia térmica de una cámara de aire no ventilada se calcula según **Ecuación 14**:

$$R_t = \frac{1}{U} = R_{si} + R_e + R_g + R_e + R_{se} \quad (14)$$

R_{si} y R_{se} se encuentra en la Tabla 2 de la NCh853 of. 2007, R_i y R_e es la resistencia térmica del muro interior y exterior, mientras que R_g es la resistencia de la cámara según la NCh 853 of. 2007.

4.3.2 Elementos con cámara de aire medianamente ventilada, son los elementos que cumplen las siguientes condiciones.

- $20 < S/l < 500 \text{ cm}^2/\text{m}$ para elementos verticales.
- $3 < S/l < 30 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ para elementos horizontales

Donde:

S: sección total de orificios (cm^2)

L: Longitud cámara de aire (m)

La transmitancia térmica de una cámara de aire medianamente ventilada se calcula según **Ecuación 15**:

$$U = \frac{1}{R_t} = U_1 + \alpha (U_2 - U_1) \quad (15)$$

Donde:

U_1 : Transmitancia térmica del elemento bajo el supuesto de la cámara no ventilada.

U_2 : Transmitancia térmica del elemento bajo el supuesto de la cámara muy ventilada.

α : Coeficiente de la cámara según Tabla 3 para elementos verticales.

4.3.3 Elementos con cámara de aire muy ventilada, son los elementos que cumplen las siguientes condiciones.

- S/l mayor o igual que 500 cm²/m para elementos verticales.
- S/A mayor o igual que 30 cm²/m² para elementos horizontales,

Donde:

S: sección total de orificios (cm²)

L: Longitud cámara de aire (m)

4.3.3.1 Aire dentro de la cámara se mantiene en movimiento:

La resistencia térmica se calcula según **Ecuación 16**:

$$R_t = \frac{1}{U} = R_{si} + R_i + R_{se} \quad (16)$$

R_{si} y R_{se} se encuentra en la Tabla 2 de la NCh 853 of. 2007, R_i es la resistencia térmica del muro interior.

4.4 Temperatura interior muro Trombe

Para la obtención de la temperatura interior del muro Trombe se utilizó la fórmula de conducción de Fourier.

Ecuación 17.

$$Q/A = \frac{\lambda}{x} \cdot (T_1 - T_2) \quad (17)$$

Q/A: Radiación (W/m²)

λ : Conductividad térmica (W/mK)

x: Espesor materialidad exterior (m)

T₁: Temperatura interior muro Trombe (°C)

T₂: Temperatura exterior (°C)

Una vez obtenida la temperatura en el interior del muro Trombe se vuelve a calcular la Carga Solar Indirecta y la Carga por Envoltente para obtener el aporte del muro en la vivienda.

4.5 Estimación Huella de carbono

Para la obtención de la Huella de Carbono, se deduce la emisión de G.E.I. en Kilogramos, a partir de un dato de la actividad que produce la emisión (Ihobe, 2012). según **Ecuación 18.**

$$Emisiones\ de\ GEIs\ (t\ GEI) = Dato\ de\ actividad * Factor\ de\ emisión \quad (18)$$

5 CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LA EDIFICACION Y SUS HABITACIONES.

5.1 Temperatura y humedad de diseño:

5.1.1 Condiciones diseño de la edificación:

Para que el ambiente se encuentre en un confort térmico, dentro de estos los parámetros de temperatura y humedad está en la **Tabla 1 y 2** respectivamente.

Tabla 1: Temperatura diseño.

T° interior (°C)
19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Humedad diseño.

Humedad
60%

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Temperatura y humedad exterior:

Las temperaturas de la zona en estudio se obtuvieron del explorador solar dispuesto por el Ministerio de Energía en la web. De los datos obtenidos se extrajeron los más recientes correspondientes al año 2016 el cual se divide en 4 periodos de 3 meses, luego se obtuvieron los días que presentaron mayor y menor temperatura de cada periodo para así utilizar como temperatura exterior presentadas en esos días.

La humedad exterior será el valor del promedio del mes en los cual se encuentre el día en estudio. Ver **Tabla 3**.

Tabla 3: Humedad exterior.

mes	W exterior
Febrero	61%
Marzo	67%
Abril	73%
Junio	89%
Julio	82%
Septiembre	77%
Octubre	72%
Noviembre	69%

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Radiación solar

Los datos de radiación solar para la envolvente de la edificación fueron obtenidos mediante un informe facilitado por el explorador solar del Ministerio de Energía de Chile, el que, basado en las 10 coordenadas geográficas del área de estudio, entrega los datos de la radiación solar durante un año, en un total de 24 horas. Para este estudio se consideran los mismos días del apartado anterior. Ver **Anexo 1**

5.3 Coeficiente de ganancia solar (SHGC):

La ganancia de calor solar admitida a través de una ventana es medida por el Coeficiente de Ganancia de Calor Solar SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) que incluye la cantidad de calor transmitido y absorbido por el vidrio.

5.4 Absortancia (α):

La absortancia es la relación que existe entre el flujo de radiación absorbida por una superficie y la radiación total que incide sobre ella. Los valores que se utilizaran en la edificación se aprecian en la Tabla 4.

Tabla 4: Absortancia materiales.

Absortancia	α
Muro tipo 1 (M1)	0,83
Muro tipo 2 (M2)	0,83
Muro tipo 3 (M)	1
Piso ceramico	0,65
Cubierta	0,75
Puertas	0,8

Fuente: Elaboración propia

5.5 Resistencia de la película exterior de aire:

Esta resistencia depende de la posición del elemento y sentido del flujo de calor, corresponde a una fina película de aire producida justo sobre la superficie de los cerramientos. Para los muros exteriores de toda la edificación se utilizó un R_{so} de 0,05. Corresponde a la separación con espacio exterior y flujo horizontal en elementos verticales (NCh 853, 2007).

5.6 Ventilación edificación:

Para conseguir la velocidad del viento que afecta a la vivienda, se obtuvo un informe eólico facilitado por el Ministerio de Energía de Chile. Se utilizaron los datos de velocidad correspondiente a los días utilizados en los apartados anteriores.

5.6.1 Carga sensible de ventilación:

Las consideraciones de abertura y tiempo de los cálculos de carga de ventilación sensible para ventanas y puertas de la envolvente de la casa son las siguientes:

Tabla 5: Porcentaje de tiempo y abertura ventanas.

Periodo	Abertura	% de tiempo al día
Enero-Marzo	70%	33%
Abril-junio	45%	13%
julio-Septiembre	30%	17%
Octubre-Diciembre	70%	25%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Porcentaje de tiempo y abertura puertas.

Abertura	% de tiempo al día
100%	1%

Fuente: Elaboración propia

5.6.2 Carga latente de ventilación:

Para el cálculo de esta carga se considera la humedad promedio de los meses en los cuales se encuentre el día en estudio. Ver **Tabla 7**

Tabla 7: Promedio humedades.

mes	W exterior
Febrero	61%
Marzo	67%
Abril	73%
Junio	89%
Julio	82%
Septiembre	77%
Octubre	72%
Noviembre	69%

Fuente: Elaboración propia

5.7 Carga interna:**5.7.1 Carga por ocupante**

Para las actividades que se realizan dentro de la casa, se consideró la actividad de sentado en reposo, la cual genera 50 (W/persona) de calor sensible y 40 (W/persona) de calor latente. La edificación tiene un total de 4 ocupantes respectivamente.

5.7.2 Carga por iluminación

La edificación lámparas de iluminación incandescente, las cuales son: Ampolletas y tubos led alta eficiencia. La cantidad de estos dependerá de cada habitación.

5.7.3 Carga por artefacto:

Proviene de los diferentes artefactos que están situadas dentro de la vivienda. Esta incluye los equipos (TV, computador) y los artefactos (cocina, hervidor). Prácticamente todo lo que consume energía, también genera calor.

5.8 Calefacción:

Para la calefacción de la edificación se utiliza una estufa pellet, la cual se mantiene encendida desde las 16:00-21:00 horas, es decir, un total de 5 horas. El consumo de la estufa se calculó respecto a los tres meses más fríos, considerando los días totales de cada mes. La estufa tiene una potencia máxima de 300 kW/mes. para efectos de cálculos se consideró la potencia media, la cual corresponde a 150 kW/mes.

RESULTADOS

6.1 Cargas Solares, Q_s

6.1.1 Carga Solar directa, Q_{sr}

La carga solar directa de la edificación se determina mediante la **Ecuación 2**, donde se utilizan los parámetros señalados en el apartado 5.2.

La superficie acristalada de la edificación corresponde a un área de 11.13 m², la mayor parte de esta superficie se encuentra en el lado Norte.

En el Anexo 1 se encuentra el resultado de carga solar directa de todos los días considerados en este artículo. Debido a la arquitectura de la vivienda todas las orientaciones aportan en la Carga Solar directa.

6.1.2 Carga Solar Indirecta, Q_{srt}

La carga solar indirecta de la edificación se determina mediante la **Ecuación 3**, aquí se consideran las zonas opacas de la edificación, lo que corresponde a los muros y la techumbre. Este corresponde a un área de 167,5 m² y un 92,3% de la superficie total, la cual en su mayoría está construida estructuralmente de madera.

En el **Anexo 1**, se encuentra el resultado de Carga Solar Indirecta de todos los días considerados. La dirección que más aporta es la Oeste, la cual contiene mayor de área en muros.

El valor total de carga solar en la edificación corresponde a la suma de las Cargas Solares Directas e Indirectas.

6.2 Carga Envolvente, Q_c

La Carga Envolvente se determina mediante la **Ecuación 4**. Se considera la superficie total que compone la envolvente y la transmitancia de los materiales utilizados, además de la diferencia de temperatura δ entre el interior y exterior de la edificación. El elemento constructivo que tiene el valor más elevado de U y por ende aporta en el flujo de energía son las ventanas.

En el **Anexo 1**, se encuentran los resultados de Carga por envolvente de los días considerados.

6.3 Cargas de Ventilación, Q_v

6.3.1 Carga de Ventilación Sensible, Q_{vs}

La Carga de Ventilación Sensible se determina mediante la **Ecuación 5**, según las consideraciones dispuestas en el apartado 5.6.1.

En el **Anexo 1**, se encuentran los resultados de Carga de Ventilación Sensible, considerando el caudal de infiltración de puertas y ventanas.

6.3.2 Carga de Ventilación Latente, Q_{vl}

La Carga de Ventilación Latente se determina mediante la **Ecuación 6**.

En el **Anexo 1**, se encuentran los resultados de Carga de Ventilación Latente, considerando el caudal de infiltración de puertas y ventanas.

6.4 Cargas Internas, Q_i

6.4.1 Carga Interna por Ocupante, Q_{ips}

Las Carga Interna por Ocupante Sensible y Latente, se determinan mediante las Ecuaciones 9 y 10, según las consideraciones dispuestas en el apartado 5.7.1. En el **Anexo 1**, se encuentran los resultados de Carga Interna por Ocupante Latente y Sensible.

6.4.2 Carga Interna por Iluminación, Q_{ii}

La Carga Interna por Iluminación se determina mediante las **Ecuaciones 11 Y 12**, según las consideraciones dispuestas en el apartado 5.7.2. En el **Anexo 1**, se encuentran los resultados de Carga Interna por Iluminación.

Carga Interna por Artefacto, Q_{ie}

La Carga Interna por Artefacto se determina mediante la Ecuación 13, según las consideraciones dispuestas en el apartado 5.7.3. En el **Anexo 1**, se encuentran los resultados de Carga Interna por Artefacto.

6.6 Balance térmico

Considerando las condiciones establecidas en los apartados anteriores, se obtiene un balance térmico para la vivienda. Ver **Anexo 1**. Cuando el Balance térmico es positivo se denominará demanda de enfriamiento, contrariamente cuando es negativo se denominará demanda de calefacción.

En las siguientes figuras se presenta la demanda de calefacción de la vivienda de los días más fríos de los cuatro periodos estudiados. De color azul se presenta el balance térmico sin solución y de color naranja el balance con solución.

En la Figura 2 se observa que el balance térmico de la vivienda a lo largo del día más frío del periodo Enero-marzo con la implementación de las soluciones tiene un aporte de energía en promedio 27% en la demanda de calefacción de la vivienda. Además, existen horarios en los cuales la demanda de calefacción es cero, esto quiere decir que el balance térmico que presenta la vivienda es de enfriamiento. Como el muro aporta energía a la vivienda cuando el balance es total es mayor a cero (Enfriamiento) no se grafican en la figura. El muro en particular durante las horas del día tiene más aporte de energía debido a la presencia de las Cargas Solares.

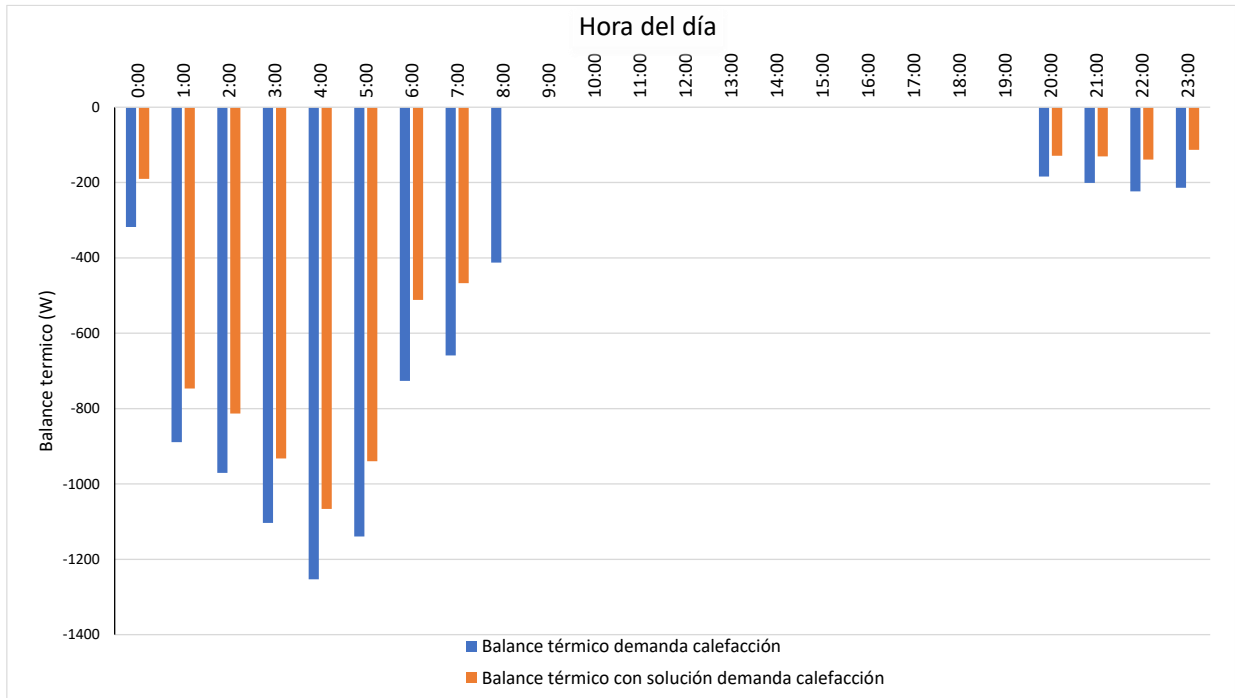


Figura 2: Balance térmico 29/03/2016 con y sin solución.

En la Figura 3 se observa lo que ocurre en el balance térmico de la vivienda a lo largo del día más frío del periodo Abril-junio con la implementación de las soluciones disminuye la energía en promedio un 12% la demanda de calefacción de la vivienda.

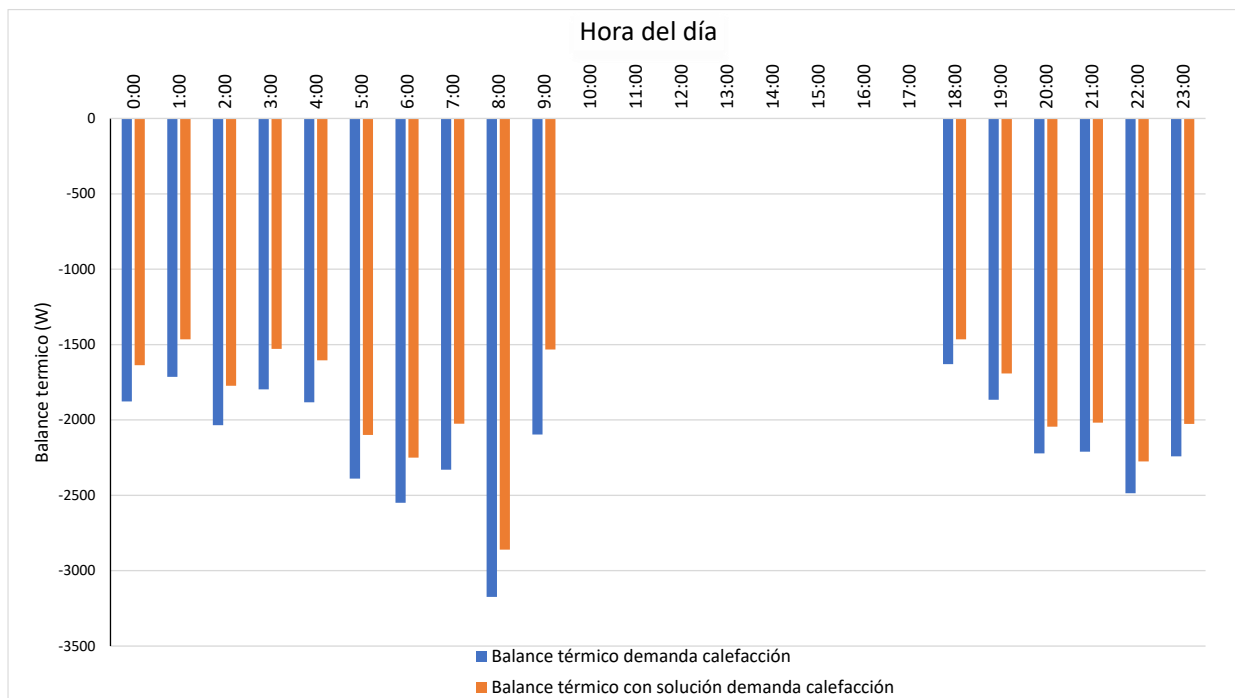


Figura 3: Balance térmico 11/06/2016 con y sin solución.

En la Figura 4 se observa lo que ocurre en el balance térmico de la vivienda a lo largo del día más frío del periodo Julio-septiembre con la implementación de las soluciones, esta energía disminuye en promedio un 10,248% la demanda de calefacción de la vivienda. También se observa que la demanda de calefacción se presenta durante todo el día a la vivienda y disminuyendo por el aporte energético del muro y el material aislante.

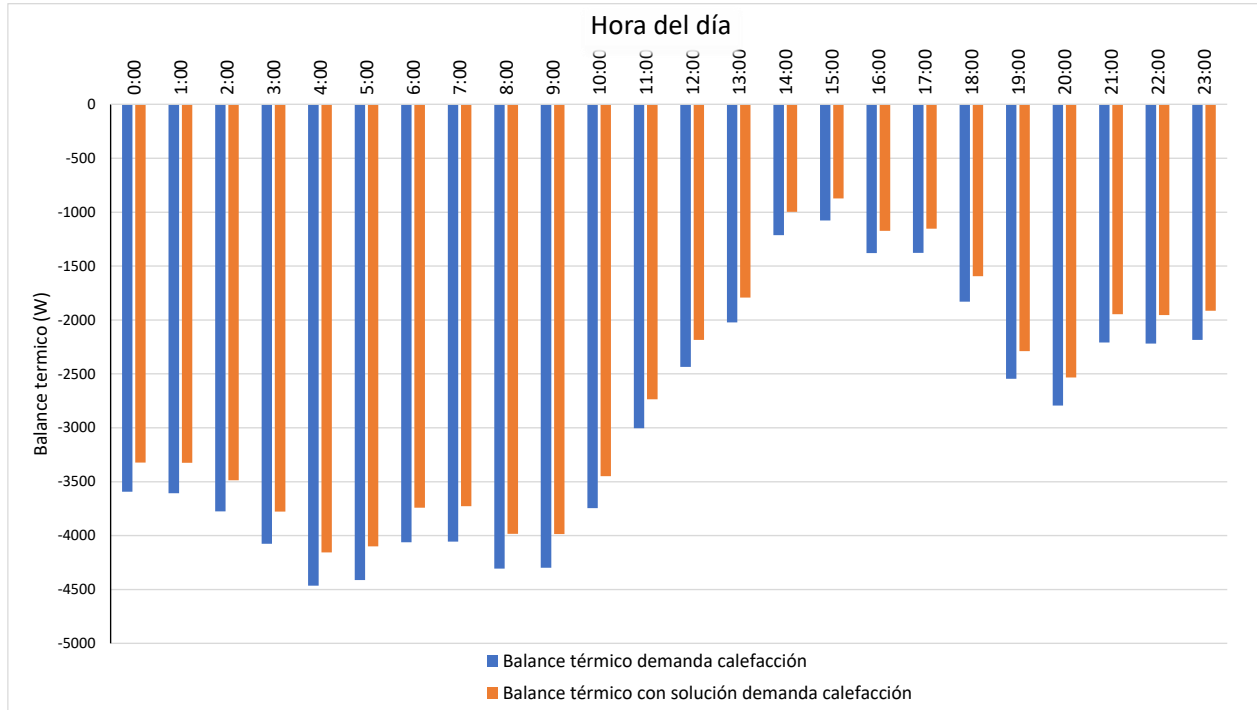


Figura 4: Balance térmico 05/07/2016 con y sin solución.

En la Figura 5 se observa lo que ocurre en el balance térmico de la vivienda a lo largo del día más frío del periodo Octubre-diciembre con la implementación de las soluciones disminuye en promedio un 14,085% la demanda de calefacción de la vivienda. Como se observa en la Figura 5, existen horarios en los cuales Balance térmico es cero, esto quiere decir que la demanda que se presenta en la vivienda es de enfriamiento.

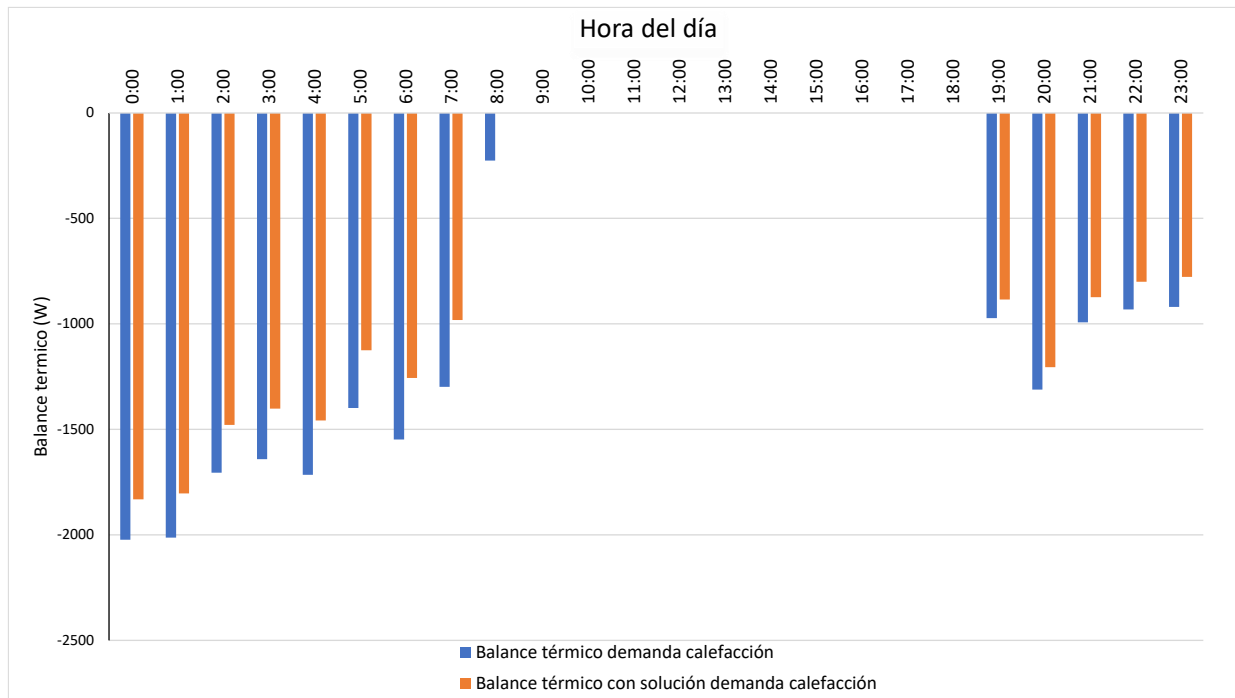


Figura 5: Balance térmico 08/10/2016 con y sin solución

6.7 Resistencia térmica y Temperatura cámara de aire.

La resistencia térmica de la cámara de aire corresponde a $0,332 \text{ m}^2 \times \text{K}/\text{W}$, se determina mediante las condiciones expuestas en el apartado 4.3, utilizando las **Ecuaciones 14, 15 y 16**.

La temperatura interior de la cámara de Aire de determina utilizando la **Ecuación 17**, y los resultados se encuentran en el **Anexo 2**.

6.8 Estimación huella de carbono

Para el cálculo de la huella de carbono, se consideran los materiales más predominantes en la construcción de la vivienda. Además, se utiliza la **Ecuación 18** para determinar la cantidad de emisiones producidas a largo de la ejecución del proyecto. El material que genera más emisiones de CO₂ a la atmosfera es el hormigón debido a la cantidad utilizada de este en el radier de la vivienda., emitiendo 2120 KgCO₂eq/m³ contrariamente el vidrio, que es la materialidad que menos emite CO₂ (38,3 KgCO₂eq/m³). En la Figura 6 se observa el porcentaje del total de emisiones por cada material utilizado.

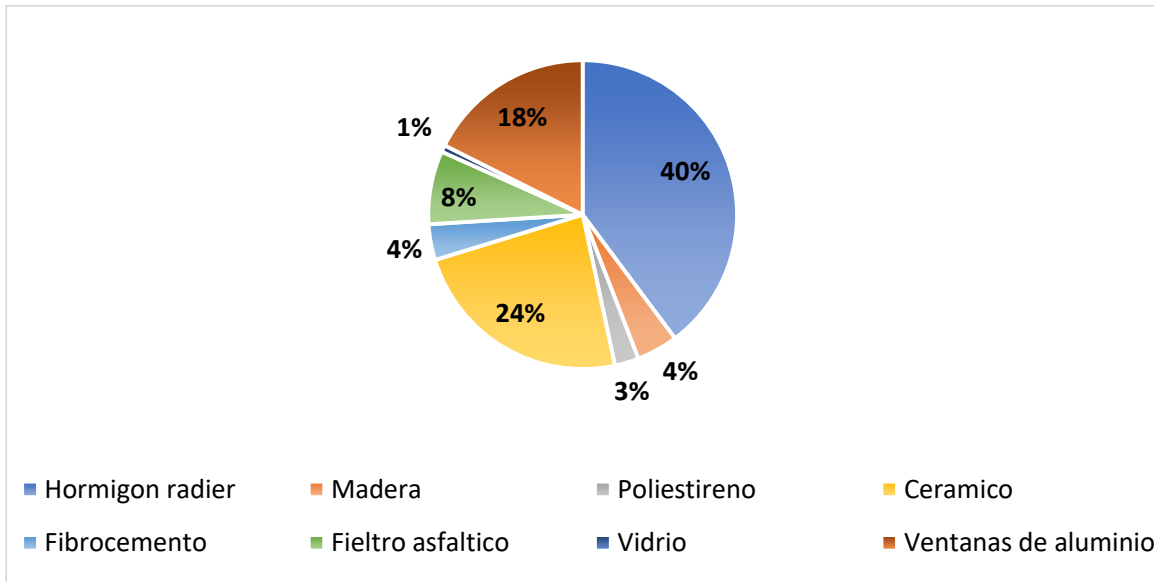


Figura 6: Porcentaje de emisiones CO2 por materialidad.

7. PROPUESTA DE SOLUCION

7.1 Muro Trombe

Este muro está compuesto por una superficie acristalada y una pared maciza situadas a una corta distancia. En el caso de la termo circulación, la pared maciza absorbe el flujo que atraviesa el vidrio. La pared transfiere una parte del flujo hacia el interior por conducción (Carga por envolvente y Carga Solar Indirecta). El calentamiento del aire que entra en contacto con la pared da lugar a convección natural, entra por el ducto inferior de ventilación y vuelve al espacio habitable tras pasar por el ducto superior de ventilación (Acuña, 2012). En la Figura 7 se observa el funcionamiento del muro cuando la demanda total de la vivienda es de calefacción.

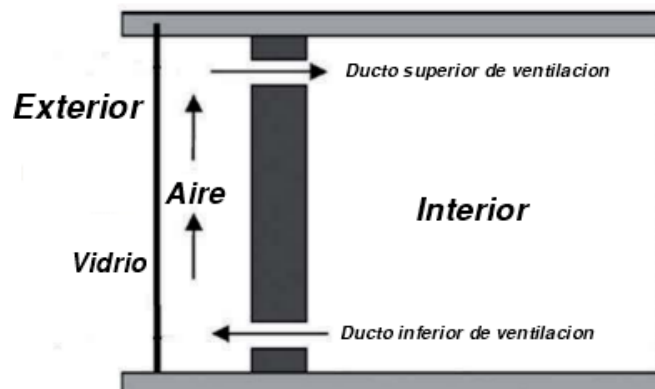


Figura 7: Esquema muro Trombe.

En este artículo se analiza la colocación del muro Trombe en la zona norte y la parte trasera de la zona oeste con el objetivo de aprovechar de mejor manera la energía solar específicamente la Carga Solar Indirecta y también por conducción de energía la Carga por Envolvente.

La materialidad principal utilizada en el muro Trombe es madera y vidrio estos materiales permite formar una cámara de aire entre el vidrio y la envolvente de la vivienda que su estructura principal es de madera, el color que posee envolvente cumple una función importante en la absorción de la energía solar.

La solución de muro Trombe aportara energía cuando la demanda total de la vivienda sea de calefacción, cuando la demanda es de ventilación el muro Trombe se utiliza como medio para extraer aire desde el interior de la vivienda.

7.1.1 Costo asociado de solución pasiva

El muro Trombe tiene una inversión por metro cuadrado de \$44.555, para las consideraciones de este artículo la inversión total para la fabricación de la solución es \$1.350.025.

7.1.2 Aporte de energía del muro Trombe

El aporte de energía del muro Trombe en la vivienda anualmente es de 10,661% en promedio, este valor dependerá netamente de la época del año en la que se encuentre la vivienda. En la Figura 8 se observa el aporte del muro en la vivienda con respecto a las Cargas por Envolvente.

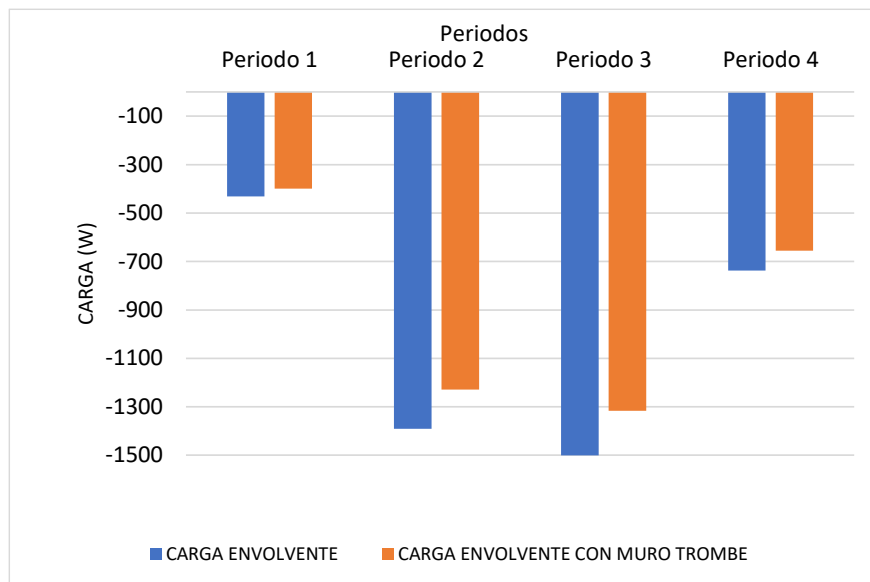


Figura 8: Aporte energético muro Trombe en Carga por envolvente.

7.2 Fibra de celulosa

Se considera este material para la aislación térmica interior de la edificación, se compone de cartones y papeles reciclados. Su colocación en obra es mediante una bomba que proyecta el material sobre la superficie requerida sellando herméticamente.

La fabricación requiere menos energía que la de otros materiales aislantes, ya que es a base de elementos reciclados, disminuyendo el costo energético debido a su fabricación y transporte al terreno.

7.2.1 Costo asociado de solución material aislante

El costo de la proyección de este material cotizado a la empresa KUMETREMUN perteneciente a la ciudad de Puerto Varas, tiene un costo de \$45.194 por metro cuadrado proyectado con el espesor indicado según la zonificación, en este caso la zona es 4 y el presupuesto total asciende a \$4.810.990.

8. DISCUSIÓN

Las Cargas Solares son las cargas aportan al menos 3 veces más energía que las demás, estas se generan en la interacción entre la radiación solar y la envolvente de la vivienda dependiendo directamente de la materialidad utilizada en esta, hay días que esta carga tiene la magnitud de 42,546 W magnitud muy baja considerando el promedio anual de 324,46 W. La pérdida de energía de Carga por Envolvente es en promedio anualmente de 1012,72 W, esta magnitud depende también de la materialidad y temperatura ambiente. En las Cargas Internas están presentes en la Carga por ocupante, Artefactos e Iluminación el aporte es de 1262,42 W en promedio. Por otra parte, la Carga de Ventilación presenta una pérdida promedio anual de 606,46 W debido a ventanas y puertas exteriores presentes. La demanda energética de calefacción de la vivienda considerando la superficie de 54,35 m² es de 67,90 W/m², por otra parte, la demanda energética de enfriamiento es de 86,347 W/m².

Con el objetivo de acercar los parámetros a los de una casa pasiva, se propone la implementación de un muro Trombe en la zona Norte y parte de la zona Este, debido a que se encuentran la mayor parte del tiempo expuestas a la radiación solar y así aprovechar la energía. Además, se reemplaza el material aislante utilizado por uno que tenga menor impacto en el medio ambiente y propiedades similares al utilizado.

El muro Trombe permite aprovechar de mejor manera la Carga por envolvente y la Cargas Solares, este tiene un aporte máximo en promedio de 10,661% del total de potencia, siendo este valor dependiente de la temperatura ambiente. Si se reemplaza el panel estructural de madera por uno de hormigón en la zona del muro Trombe, aumentaría el aporte de energía en promedio un 33,13%. Sin embargo, la madera es un material tres veces menos emisor de GEI. Por otro lado, la temperatura interior del muro Trombe se compara con temperaturas de un muro Trombe ya construido en la misma zona de estudio, el aumento de la temperatura interior del muro diseñado es en promedio 3,1°C, mientras que el muro construido tiene un aumento en promedio de 2,5°C.

Cuando el balance térmico total de la vivienda es de calefacción el muro Trombe genera un aporte de aire hacia el interior debido a la ventilación producida entre la vivienda y el muro, sin embargo, para medir el caudal de aire se deben obtener los valores de velocidades al interior de la vivienda. Cuando el balance de la vivienda es de ventilación el muro cumple con aislar la energía externa de la interna de la vivienda.

El material aislante presentado como solución, entrega una resistencia térmica de un 0,86% más que la materialidad original de la vivienda, mejorando la aislación en esta. Si bien la diferencia de Carga por Envolvente con las dos

materialidades es solo de 53,99 W, la fibra de celulosa tiene un aporte positivo al medioambiente debido a sus bajas emisiones de G.E.I.

En cuanto a la huella de carbono, se obtuvo un ítem de materiales utilizados en la construcción de la edificación. Emitiendo un total de 6594,7 KgCO₂eq, el mayor emisor es el hormigón, utilizado en el radier, emitiendo un total 2120 KgCO₂eq. Se mide en KG de CO₂ equivalentes ya que el CO₂ es el gas más común en las emisiones G.E.I. por ende se utiliza como referencia hacia los demás.

9. CONCLUSIONES

La modelación de la vivienda en el software REVIT 2019, permite dimensionar y observar de mejor la estructura, materialidad y espacios, además se visualiza el recorrido del sol con respecto a la ubicación geográfica, esto permite aprovechar de mejor manera las Cargas Solares y así ser una edificación más eficiente.

En el Balance térmico total, las Cargas Solares son las que más aporte energético en promedio anual de 2,99 KW, anualmente la Carga Solar Directa aporta más que la Solar indirecta, dependiendo directamente de la radiación y las superficies envolvente, debido a esto la arquitectura toma un rol fundamental en el aporte energético en la vivienda. La Carga por Envolvente es muy importante en el aporte energético, ya que depende directamente de la materialidad utilizada, superficie expuesta y la temperatura ambiente. La demanda energética de calefacción esta muy cerca del promedio de los 50W/m² contrariamente cuando la demanda energética es de enfriamiento tiene una magnitud muy alta principalmente por la materialidad y ubicación en la cual se emplazó la vivienda.

Por otra parte, las mayores pérdidas se presentan en la Carga por Ventilación, una pérdida anual promedio de 606,466 W debido al sistema de ventilación, esta carga se puede controlar con un plan de ventilación. Finalmente, las Cargas Internas depende de la cantidad de ocupantes, electrodomésticos e iluminación.

La colocación del muro Trombe aporta energía en la vivienda, cuando se encuentra en demanda de calefacción, el aporte se enfoca en disminuir las pérdidas de la Carga por envolvente y aumentar el aporte energético de la Carga Solar Indirecta. Cuando la demanda es de enfriamiento, el muro actúa como una cámara de aire disminuyendo el valor de la transmitancia térmica (U) en la Carga por Envolvente y por ende aumentando la resistencia térmica en las zonas con muro Trombe, permitiendo una mejor aislación a las temperaturas exteriores. El uso de esta solución sustentable lograría un buen aporte de energía a la vivienda estudiada. Los valores de temperatura interior se comparan con la temperatura de un muro ya existente, con diferencia de 0,6°C.

La solución propuesta de la aislación térmica de la vivienda tiene una mejora de 53,99 W en el balance térmico de energía, sin dejar de lado que la inversión de este producto no es viable, ya que es 18 veces más costoso que el aislante térmico utilizado, siendo sus características térmicas muy similares. La Fibra de celulosa es material reciclado y si este proceso se hace en el mismo punto donde se aplica sería un gran aporte hacia el planeta, ya que hay procesos productivos que no se ejecutaran y por ende las emisiones que esto conlleva tampoco.

El cálculo de HdeC se realiza durante la etapa de construcción de la vivienda, momento en que hay emisiones de GEI. Es de suma importancia incluir todas las etapas que ocurren durante la producción del material para así poder cuantificar las emisiones. A través de los resultados obtenidos, las mayores emisiones son generadas por el hormigón 2120 KgCO₂eq ya que corresponde al material que emite más GEI en su proceso productivo y es utilizado en gran cantidad en la construcción de la vivienda.

Una construcción y diseño eficiente desempeña una función importante en la lucha contra el cambio climático, debido a esto hay que buscar nuevas formas de construir que ayuden a disminuir el impacto al medioambiente, disminuyendo las emisiones de GEI en la atmosfera. La energía utilizada en todo el proceso constructivo debe ser un parámetro de sustentabilidad y tener buenos indicadores permite lograr una construcción sustentable.

REFERENCIAS

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU (2018). Estándares de construcción sustentable para viviendas en Chile.
- Romero Ramos, N. (2011). Consumo de energía a nivel residencial en Chile y análisis de eficiencia energética en calefacción. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Cámara Chilena De La Construcción G. d. (2019). Construcción sustentable.
- Mercier, D. Dutil, Y. Rousse, D. Pronovost, F. Boudreau, D. Hudon, N. & Castonguay, M. (2011). Los aislamientos térmicos naturales: construcción ecológica y eficiencia energética. Quebec, Canadá.
- Gauzin-Müller, D. (2001) Arquitectura Ecológica, 2ª edición, pp.20-69. Ed. GG, Madrid, España.
- García Ochoa, J. A., Quito Rodríguez, J. C., & Perdomo Moreno, J. A. (2020). Análisis de la huella de carbono en la construcción y su impacto sobre el ambiente. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Feldmann, Fabio José, & Biderman Furriela, Rachel. (2001). Los cambios climáticos globales y el desafío de la ciudadanía planetaria. Acta bioética, 7(2), 287-292.
- Schneider, E., & Samaniego, J. L. (2010). La Huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Comisión Económica para la América Latina y el Caribe.
- Díaz. (2005). Acondicionamiento térmico de edificios. Buenos Aires.
- Mardones Salas, S. (2020). Cálculo de potencia y calefacción y huella de carbono de la escuela almirante Patricio Lynch E-596 Lirquen, Para una evaluación energética y propuesta de soluciones.
- McQuiston, F. (2003). Calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- Ihobe. (2012). Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto de Invernadero en organizaciones.
- Simón, F. (29 de agosto de 2019). Edificios en Chile son la tercera fuente de emisión de CO₂: dos razones para hacerlos más eficientes. La tercera
- Instituto nacional de normalización, INN. (2007). NCh 853 of. 2007 - Acondicionamiento térmico, envolvente térmica de edificios, cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. Santiago: Instituto nacional de normalización.
- Ordenanza General de urbanismo y construcciones, OGUC. (2006). Manual de aplicación de reglamentación térmica artículo 4.1.10. Santiago: Ministerio de vivienda y urbanismo.
- Krause Parra, P. (2017). Cálculo de la envolvente térmica del edificio de la facultad de periodismo de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile.
- Arriola Lara, E. & Velásquez Martell, F. (2013). Evaluación Técnica de Alternativa de Reciclaje de Poliestireno Expandido (EPS). Universidad del El Salvador, Ciudad Universitaria, El Salvador.

- Asociación De Fabricantes Españoles De Lana Minerales Aislantes, AFELMA. (2021).
- Avendaño Castillo. F. (2020). Evaluación del desempeño de placas de YESO-CARTON de fabricación chilena en ensayos de resistencia al fuego de acuerdo con normativa europea vigente. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

ANEXO 1

Dia de maxima temperatura (Enero - Marzo)										
Enero - Marzo	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
01/02/2016 0:00	0,000	0,000	-350,808	139,111	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	1,174
01/02/2016 1:00	0,000	0,000	-462,059	-10,967	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	0,913
01/02/2016 2:00	0,000	0,000	-567,072	-137,842	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	0,681
01/02/2016 3:00	0,000	0,000	-657,528	-151,435	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	0,577
01/02/2016 4:00	0,000	0,000	-775,017	-278,709	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	0,332
01/02/2016 5:00	0,000	0,000	-855,077	-426,383	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	0,105
01/02/2016 6:00	0,000	0,000	-951,771	-732,738	540,000	486,170	0,001	360,000	-0,298	0,000
01/02/2016 7:00	0,000	0,000	-815,567	-548,328	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	0,022
01/02/2016 8:00	276,496	464,453	-566,032	-122,114	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	0,989
01/02/2016 9:00	617,302	1036,934	-275,948	184,680	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	2,499
01/02/2016 10:00	2423,932	1567,490	21,414	618,572	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	5,568
01/02/2016 11:00	3081,323	1992,607	351,008	999,609	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	7,361
01/02/2016 12:00	3509,824	2269,707	584,947	1512,666	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	8,813
01/02/2016 13:00	3672,442	2374,867	782,495	1888,469	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	9,654
01/02/2016 14:00	6263,057	2298,877	913,501	2079,538	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	12,941
01/02/2016 15:00	5570,698	2044,744	1026,831	2434,616	540,000	486,170	0,001	360,000	0,000	12,463
01/02/2016 16:00	4465,045	1638,910	1134,963	2488,397	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	10,663
01/02/2016 17:00	3050,153	1119,569	1037,228	2509,844	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	8,653
01/02/2016 18:00	1491,440	547,438	910,382	2331,931	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	6,217
01/02/2016 19:00	74,070	27,188	711,793	2060,900	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	3,810
01/02/2016 20:00	0,000	0,000	488,252	1672,111	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	3,097
01/02/2016 21:00	0,000	0,000	347,889	1668,255	540,000	486,170	0,002	360,000	0,000	3,402
01/02/2016 22:00	0,000	0,000	249,115	1746,414	540,000	486,170	0,002	360,000	0,000	3,382
01/02/2016 23:00	0,000	0,000	145,142	1597,551	540,000	486,170	0,002	360,000	0,000	3,129

Dia de minima temperatura (Enero - Marzo)										
Enero - Marzo	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
29/03/2016 0:00	0,000	0,000	-1259,531	-444,278	540,000	486,170	0,003	360,000	-0,318	0,000
29/03/2016 1:00	0,000	0,000	-1353,106	-921,862	540,000	486,170	0,005	360,000	-0,889	0,000
29/03/2016 2:00	0,000	0,000	-1450,841	-905,709	540,000	486,170	0,005	360,000	-0,970	0,000
29/03/2016 3:00	0,000	0,000	-1535,059	-954,222	540,000	486,170	0,005	360,000	-1,103	0,000
29/03/2016 4:00	0,000	0,000	-1634,872	-1004,066	540,000	486,170	0,004	360,000	-1,253	0,000
29/03/2016 5:00	0,000	0,000	-1714,932	-810,276	540,000	486,170	0,003	360,000	-1,139	0,000
29/03/2016 6:00	0,000	0,000	-1812,666	-299,859	540,000	486,170	0,001	360,000	-0,726	0,000
29/03/2016 7:00	0,000	0,000	-1667,104	-377,950	540,000	486,170	0,002	360,000	-0,659	0,000
29/03/2016 8:00	267,612	449,530	-1475,794	-590,196	270,000	486,170	0,003	180,000	-0,413	0,000
29/03/2016 9:00	629,920	1058,129	-1237,696	-452,564	270,000	486,170	0,003	180,000	0,000	0,934
29/03/2016 10:00	2479,928	1603,702	-966,327	-398,696	270,000	486,170	0,004	180,000	0,000	3,655
29/03/2016 11:00	3132,236	2025,531	-709,515	-231,627	270,000	486,170	0,005	180,000	0,000	5,153
29/03/2016 12:00	3538,670	2288,361	-471,417	-17,072	270,000	486,170	0,005	180,000	0,000	6,275
29/03/2016 13:00	3662,093	2368,175	-236,438	180,102	270,000	486,170	0,004	180,000	0,000	6,910
29/03/2016 14:00	6152,206	2258,189	-5,619	390,916	540,000	486,170	0,004	360,000	0,000	10,182
29/03/2016 15:00	5361,256	1967,868	-85,678	414,734	540,000	486,170	0,006	360,000	0,000	9,044
29/03/2016 16:00	4144,307	1521,183	-234,359	240,514	270,000	486,170	0,006	180,000	0,000	6,608
29/03/2016 17:00	2614,117	959,521	-351,848	116,995	270,000	486,170	0,006	180,000	0,000	4,275
29/03/2016 18:00	955,861	350,852	-508,847	-42,490	270,000	486,170	0,004	180,000	0,000	1,692
29/03/2016 19:00	0,000	0,000	-679,362	-210,045	270,000	486,170	0,005	180,000	0,000	0,047
29/03/2016 20:00	0,000	0,000	-802,050	-318,025	270,000	486,170	0,005	180,000	-0,184	0,000
29/03/2016 21:00	0,000	0,000	-883,149	-492,454	540,000	486,170	0,006	360,000	0,011	0,000
29/03/2016 22:00	0,000	0,000	-987,122	-622,354	540,000	486,170	0,006	360,000	-0,223	0,000
29/03/2016 23:00	0,000	0,000	-1089,015	-510,795	540,000	486,170	0,004	360,000	-0,214	0,000

Dia de maxima temperatura (Abril - Junio)										
Abril - Junio	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
11/04/2016 0:00	0,000	0,000	-1105,651	-1935,657	540,000	486,170	0,028	360,000	-1,655	0,000
11/04/2016 1:00	0,000	0,000	-1196,107	-2126,313	540,000	486,170	0,027	360,000	-1,936	0,000
11/04/2016 2:00	0,000	0,000	-1267,848	-2101,611	540,000	486,170	0,025	360,000	-1,983	0,000
11/04/2016 3:00	0,000	0,000	-1357,265	-2037,891	540,000	486,170	0,021	360,000	-2,009	0,000
11/04/2016 4:00	0,000	0,000	-1440,443	-2003,144	540,000	486,170	0,019	360,000	-2,057	0,000
11/04/2016 5:00	0,000	0,000	-1503,867	-2217,723	540,000	486,170	0,020	360,000	-2,335	0,000
11/04/2016 6:00	0,000	0,000	-1571,449	-1968,946	540,000	486,170	0,017	360,000	-2,154	0,000
11/04/2016 7:00	0,000	0,000	-1644,230	-1805,828	540,000	486,170	0,014	360,000	-2,064	0,000
11/04/2016 8:00	268,819	451,558	-1512,185	-1676,480	270,000	486,170	0,015	180,000	-1,532	0,000
11/04/2016 9:00	6,482	10,889	-1315,676	-1104,345	270,000	486,170	0,012	180,000	-1,466	0,000
11/04/2016 10:00	25,492	16,485	-1058,863	-632,697	270,000	486,170	0,010	180,000	-0,713	0,000
11/04/2016 11:00	56,069	36,258	-828,044	-349,697	270,000	486,170	0,009	180,000	-0,149	0,000
11/04/2016 12:00	57,150	36,958	-564,992	-94,252	270,000	486,170	0,008	180,000	0,371	0,371
11/04/2016 13:00	64,506	41,714	-271,789	130,997	270,000	486,170	0,007	180,000	0,000	0,902
11/04/2016 14:00	90,015	33,040	-119,989	213,930	540,000	486,170	0,006	360,000	0,000	1,603
11/04/2016 15:00	53,234	19,540	-10,817	241,029	540,000	486,170	0,005	360,000	0,000	1,689
11/04/2016 16:00	40,465	14,853	-80,479	152,857	270,000	486,170	0,004	180,000	0,000	1,064
11/04/2016 17:00	24,648	9,047	-281,147	33,369	270,000	486,170	0,002	180,000	0,000	0,722
11/04/2016 18:00	6,924	2,542	-518,205	-7,313	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	0,420
11/04/2016 19:00	0,000	0,000	-653,369	-38,164	270,000	486,170	0,002	180,000	0,000	0,245
11/04/2016 20:00	0,000	0,000	-780,216	-109,447	270,000	486,170	0,003	180,000	0,047	0,000
11/04/2016 21:00	0,000	0,000	-883,149	-883,149	540,000	486,170	0,004	360,000	0,318	0,000
11/04/2016 22:00	0,000	0,000	-988,162	-256,260	540,000	486,170	0,005	360,000	0,142	0,000
11/04/2016 23:00	0,000	0,000	-1044,307	-286,067	540,000	486,170	0,005	360,000	0,056	0,000

Dia de minima temperatura (Abril - Junio)										
Abril - Junio	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
11/06/2016 0:00	0,000	0,000	-1976,943	-1287,114	540,000	486,170	0,018	360,000	-1,878	0,000
11/06/2016 1:00	0,000	0,000	-2032,049	-1068,484	540,000	486,170	0,014	360,000	-1,714	0,000
11/06/2016 2:00	0,000	0,000	-2114,187	-1307,495	540,000	486,170	0,017	360,000	-2,035	0,000
11/06/2016 3:00	0,000	0,000	-2154,736	-1029,086	540,000	486,170	0,013	360,000	-1,798	0,000
11/06/2016 4:00	0,000	0,000	-2212,961	-1055,886	540,000	486,170	0,013	360,000	-1,883	0,000
11/06/2016 5:00	0,000	0,000	-2282,623	-1492,901	540,000	486,170	0,017	360,000	-2,389	0,000
11/06/2016 6:00	0,000	0,000	-2351,245	-1585,395	540,000	486,170	0,018	360,000	-2,550	0,000
11/06/2016 7:00	0,000	0,000	-2382,437	-1333,631	540,000	486,170	0,015	360,000	-2,330	0,000
11/06/2016 8:00	0,000	0,000	-2435,463	-1674,831	270,000	486,170	0,018	180,000	-3,174	0,000
11/06/2016 9:00	468,581	787,114	-2268,067	-2021,147	270,000	486,170	0,024	180,000	-2,097	0,000
11/06/2016 10:00	2090,477	1351,854	-2089,234	-1649,055	270,000	486,170	0,021	180,000	0,000	0,640
11/06/2016 11:00	2718,770	1758,154	-1915,599	-1487,906	270,000	486,170	0,022	180,000	0,000	2,010
11/06/2016 12:00	3086,227	1995,778	-1724,289	-1482,127	270,000	486,170	0,025	180,000	0,000	2,812
11/06/2016 13:00	3178,605	2055,517	-1561,052	-1302,180	270,000	486,170	0,025	180,000	0,000	3,307
11/06/2016 14:00	5267,938	1933,615	-1391,576	-1138,698	540,000	486,170	0,026	360,000	0,000	6,057
11/06/2016 15:00	4469,047	1640,379	-1338,550	-844,958	540,000	486,170	0,020	360,000	0,000	5,312
11/06/2016 16:00	3229,992	1185,580	-1247,054	-597,610	270,000	486,170	0,016	180,000	0,000	3,507
11/06/2016 17:00	1537,241	564,250	-1397,814	-697,736	270,000	486,170	0,016	180,000	0,000	0,942
11/06/2016 18:00	0,000	0,000	-1488,271	-1077,481	270,000	486,170	0,022	180,000	-1,630	0,000
11/06/2016 19:00	0,000	0,000	-1560,012	-1242,546	270,000	486,170	0,024	180,000	-1,866	0,000
11/06/2016 20:00	0,000	0,000	-1577,687	-1580,719	270,000	486,170	0,030	180,000	-2,222	0,000
11/06/2016 21:00	0,000	0,000	-1670,223	-1927,045	540,000	486,170	0,034	360,000	-2,211	0,000
11/06/2016 22:00	0,000	0,000	-1786,673	-2086,076	540,000	486,170	0,033	360,000	-2,487	0,000
11/06/2016 23:00	0,000	0,000	-1822,023	-1806,433	540,000	486,170	0,028	360,000	-2,242	0,000

Dia de maxima temperatura (Julio -Septiembre)										
Julio - Septiembre	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
24/09/2016 0:00	0,000	0,000	-1190,909	-1057,469	540,000	486,170	0,023	360,000	-0,862	0,000
24/09/2016 1:00	0,000	0,000	-1255,372	-1000,063	540,000	486,170	0,020	360,000	-0,869	0,000
24/09/2016 2:00	0,000	0,000	-1338,550	-1095,474	540,000	486,170	0,020	360,000	-1,048	0,000
24/09/2016 3:00	0,000	0,000	-1463,317	-1066,001	540,000	486,170	0,017	360,000	-1,143	0,000
24/09/2016 4:00	0,000	0,000	-1572,489	-1111,584	540,000	486,170	0,016	360,000	-1,298	0,000
24/09/2016 5:00	0,000	0,000	-1697,256	-984,952	540,000	486,170	0,013	360,000	-1,296	0,000
24/09/2016 6:00	0,000	0,000	-1808,507	-1586,953	540,000	486,170	0,019	360,000	-2,009	0,000
24/09/2016 7:00	45,072	75,711	-1697,256	-1563,985	540,000	486,170	0,020	360,000	-1,754	0,000
24/09/2016 8:00	374,676	629,374	-1506,986	-1688,458	270,000	486,170	0,026	180,000	-1,255	0,000
24/09/2016 9:00	734,430	1233,683	-1223,140	-1255,124	270,000	486,170	0,026	180,000	0,000	0,426
24/09/2016 10:00	2725,477	1762,491	-956,970	-796,204	270,000	486,170	0,026	180,000	0,000	3,671
24/09/2016 11:00	3339,960	2159,861	-668,965	-329,292	270,000	486,170	0,025	180,000	0,000	5,438
24/09/2016 12:00	3689,569	2385,943	-443,344	17,529	270,000	486,170	0,025	180,000	0,000	6,586
24/09/2016 13:00	3750,325	2425,232	-456,861	-2,967	270,000	486,170	0,023	180,000	0,000	6,652
24/09/2016 14:00	6196,483	2274,441	-97,115	249,167	540,000	486,170	0,011	360,000	0,000	10,009
24/09/2016 15:00	5300,653	1945,623	45,328	148,970	540,000	486,170	0,005	360,000	0,000	8,827
24/09/2016 16:00	3998,200	1467,553	185,691	233,861	270,000	486,170	0,006	180,000	0,000	6,821
24/09/2016 17:00	2415,983	886,795	77,559	278,779	270,000	486,170	0,008	180,000	0,000	4,595
24/09/2016 18:00	762,427	279,852	-119,989	152,807	270,000	486,170	0,007	180,000	0,000	2,011
24/09/2016 19:00	0,000	0,000	-392,398	37,165	270,000	486,170	0,010	180,000	0,000	0,581
24/09/2016 20:00	0,000	0,000	-533,801	-32,649	270,000	486,170	0,007	180,000	0,000	0,370
24/09/2016 21:00	0,000	0,000	-668,965	-46,307	540,000	486,170	0,003	360,000	0,000	0,671
24/09/2016 22:00	0,000	0,000	-757,342	-78,496	540,000	486,170	0,004	360,000	0,000	0,550
24/09/2016 23:00	0,000	0,000	-834,282	-154,980	540,000	486,170	0,007	360,000	0,000	0,397

Dia de minima temperatura (Julio -Septiembre)										
Julio - Septiembre	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
05/07/2016 0:00	0,000	0,000	-2163,054	-2815,108	540,000	486,170	0,020	360,000	-3,592	0,000
05/07/2016 1:00	0,000	0,000	-2229,597	-2762,752	540,000	486,170	0,019	360,000	-3,606	0,000
05/07/2016 2:00	0,000	0,000	-2278,464	-2882,630	540,000	486,170	0,020	360,000	-3,775	0,000
05/07/2016 3:00	0,000	0,000	-2338,768	-3122,775	540,000	486,170	0,021	360,000	-4,075	0,000
05/07/2016 4:00	0,000	0,000	-2396,993	-3452,566	540,000	486,170	0,022	360,000	-4,463	0,000
05/07/2016 5:00	0,000	0,000	-2440,662	-3358,454	540,000	486,170	0,021	360,000	-4,413	0,000
05/07/2016 6:00	0,000	0,000	-2484,330	-2964,263	540,000	486,170	0,018	360,000	-4,062	0,000
05/07/2016 7:00	0,000	0,000	-2534,237	-2907,277	540,000	486,170	0,017	360,000	-4,055	0,000
05/07/2016 8:00	0,000	0,000	-2491,608	-2749,819	270,000	486,170	0,017	180,000	-4,305	0,000
05/07/2016 9:00	4,234	7,112	-2413,629	-2832,766	270,000	486,170	0,018	180,000	-4,299	0,000
05/07/2016 10:00	19,615	12,684	-2297,179	-2416,516	270,000	486,170	0,016	180,000	-3,745	0,000
05/07/2016 11:00	25,853	16,718	-2123,545	-1860,058	270,000	486,170	0,014	180,000	-3,005	0,000
05/07/2016 12:00	29,675	19,190	-1989,420	-1430,380	270,000	486,170	0,012	180,000	-2,435	0,000
05/07/2016 13:00	30,721	19,866	-1868,811	-1141,331	270,000	486,170	0,010	180,000	-2,023	0,000
05/07/2016 14:00	51,392	18,864	-1771,077	-898,019	540,000	486,170	0,008	360,000	-1,213	0,000
05/07/2016 15:00	43,832	16,089	-1709,733	-813,963	540,000	486,170	0,008	360,000	-1,078	0,000
05/07/2016 16:00	32,207	11,822	-1724,289	-634,326	270,000	486,170	0,006	180,000	-1,378	0,000
05/07/2016 17:00	16,262	5,969	-1857,374	-478,447	270,000	486,170	0,004	180,000	-1,377	0,000
05/07/2016 18:00	0,000	0,000	-1958,228	-809,002	270,000	486,170	0,007	180,000	-1,831	0,000
05/07/2016 19:00	0,000	0,000	-2069,479	-1411,907	270,000	486,170	0,011	180,000	-2,545	0,000
05/07/2016 20:00	0,000	0,000	-2100,671	-1628,964	270,000	486,170	0,012	180,000	-2,793	0,000
05/07/2016 21:00	0,000	0,000	-2117,306	-1477,691	540,000	486,170	0,011	360,000	-2,209	0,000
05/07/2016 22:00	0,000	0,000	-2126,664	-1477,975	540,000	486,170	0,011	360,000	-2,218	0,000
05/07/2016 23:00	0,000	0,000	-2165,134	-1405,159	540,000	486,170	0,010	360,000	-2,184	0,000

Día de máxima temperatura (Octubre -Diciembre)										
Octubre - Diciembre	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
29/11/2016 0:00	0,000	0,000	-658,568	-941,068	540,000	486,170	0,030	360,000	-0,213	0,000
29/11/2016 1:00	0,000	0,000	-804,130	-1345,517	540,000	486,170	0,025	360,000	-0,763	0,000
29/11/2016 2:00	0,000	0,000	-920,579	-1954,365	540,000	486,170	0,028	360,000	-1,489	0,000
29/11/2016 3:00	0,000	0,000	-1064,062	-2386,218	540,000	486,170	0,026	360,000	-2,064	0,000
29/11/2016 4:00	0,000	0,000	-1057,823	-2632,039	540,000	486,170	0,029	360,000	-2,304	0,000
29/11/2016 5:00	0,000	0,000	-1168,035	-2223,620	540,000	486,170	0,021	360,000	-2,005	0,000
29/11/2016 6:00	0,000	0,000	-997,519	-1607,424	540,000	486,170	0,019	360,000	-1,219	0,000
29/11/2016 7:00	71,980	167,836	-865,474	-882,918	540,000	486,170	0,014	360,000	-0,122	0,000
29/11/2016 8:00	314,510	733,345	-595,145	-327,283	270,000	486,170	0,015	180,000	0,000	1,062
29/11/2016 9:00	558,200	1301,559	-330,014	184,761	270,000	486,170	0,010	180,000	0,000	2,651
29/11/2016 10:00	769,180	1793,503	-12,897	528,083	270,000	486,170	0,008	180,000	0,000	4,014
29/11/2016 11:00	925,760	2158,601	265,750	1076,357	270,000	486,170	0,010	180,000	0,000	5,363
29/11/2016 12:00	1013,810	2363,908	382,200	1380,781	270,000	486,170	0,011	180,000	0,000	6,077
29/11/2016 13:00	1025,830	2391,935	601,582	1914,225	270,000	486,170	0,012	180,000	0,000	6,870
29/11/2016 14:00	960,700	2240,071	808,488	1427,646	540,000	486,170	0,007	360,000	0,000	6,823
29/11/2016 15:00	823,280	1919,648	925,977	1372,096	540,000	486,170	0,007	360,000	0,000	6,427
29/11/2016 16:00	626,690	1461,258	1046,586	1082,394	270,000	486,170	0,005	180,000	0,000	5,153
29/11/2016 17:00	390,250	909,949	930,136	836,532	270,000	486,170	0,004	180,000	0,000	4,003
29/11/2016 18:00	142,120	331,382	783,535	579,081	270,000	486,170	0,003	180,000	0,000	2,772
29/11/2016 19:00	0,000	0,000	547,516	592,398	270,000	486,170	0,004	180,000	0,000	2,076
29/11/2016 20:00	0,000	0,000	242,876	607,187	270,000	486,170	0,006	180,000	0,000	1,786
29/11/2016 21:00	0,000	0,000	-9,778	803,496	540,000	486,170	0,012	360,000	0,000	2,180
29/11/2016 22:00	0,000	0,000	-140,783	758,656	540,000	486,170	0,016	360,000	0,000	2,004
29/11/2016 23:00	0,000	0,000	-316,497	383,508	540,000	486,170	0,018	360,000	0,000	1,453

Día de mínima temperatura (Octubre -Diciembre)										
Octubre - Diciembre	Cargas sensibles						Cargas latentes		DEMANDA CALEFACCION (KW)	DEMANDA ENFRIAMIENTO (KW)
Fecha/Hora	Carga solar directa (W)	Carga solar indirecta (W)	Carga envolvente (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)	Carga interna equipo + iluminacion (W)	Carga ventilacion (W)	Carga interna por ocupantes (W)		
08/10/2016 0:00	0,000	0,000	-1668,144	-1741,639	540,000	486,170	0,013	360,000	-2,024	0,000
08/10/2016 1:00	0,000	0,000	-1780,434	-1618,688	540,000	486,170	0,011	360,000	-2,013	0,000
08/10/2016 2:00	0,000	0,000	-1884,407	-1207,094	540,000	486,170	0,007	360,000	-1,705	0,000
08/10/2016 3:00	0,000	0,000	-1972,784	-1054,950	540,000	486,170	0,006	360,000	-1,642	0,000
08/10/2016 4:00	0,000	0,000	-2085,075	-1016,512	540,000	486,170	0,005	360,000	-1,715	0,000
08/10/2016 5:00	0,000	0,000	-2179,690	-604,972	540,000	486,170	0,003	360,000	-1,398	0,000
08/10/2016 6:00	0,000	0,000	-2299,259	-634,928	540,000	486,170	0,003	360,000	-1,548	0,000
08/10/2016 7:00	84,896	142,607	-2144,339	-768,151	540,000	486,170	0,004	360,000	-1,299	0,000
08/10/2016 8:00	426,508	716,440	-1938,473	-366,187	270,000	486,170	0,002	180,000	-0,226	0,000
08/10/2016 9:00	778,544	1307,785	-1682,700	-119,629	270,000	486,170	0,001	180,000	0,000	1,220
08/10/2016 10:00	2806,965	1815,188	-1399,894	-220,984	270,000	486,170	0,002	180,000	0,000	3,937
08/10/2016 11:00	3380,957	2186,372	-1139,962	-231,411	270,000	486,170	0,003	180,000	0,000	5,132
08/10/2016 12:00	3698,835	2391,935	-868,593	-333,273	270,000	486,170	0,007	180,000	0,000	5,825
08/10/2016 13:00	3729,123	2411,522	-655,449	-261,968	270,000	486,170	0,011	180,000	0,000	6,159
08/10/2016 14:00	6115,234	2244,618	-498,450	-74,310	540,000	486,170	0,015	360,000	0,000	9,173
08/10/2016 15:00	5198,378	1908,083	-568,112	-248,793	540,000	486,170	0,019	360,000	0,000	7,676
08/10/2016 16:00	3893,066	1428,964	-642,972	-458,358	270,000	486,170	0,021	180,000	0,000	5,157
08/10/2016 17:00	2330,224	855,317	-745,905	-637,211	270,000	486,170	0,019	180,000	0,000	2,739
08/10/2016 18:00	750,738	275,561	-845,719	-743,962	270,000	486,170	0,017	180,000	0,000	0,373
08/10/2016 19:00	0,000	0,000	-1008,956	-899,834	270,000	486,170	0,014	180,000	-0,973	0,000
08/10/2016 20:00	0,000	0,000	-1126,445	-1121,142	270,000	486,170	0,015	180,000	-1,311	0,000
08/10/2016 21:00	0,000	0,000	-1208,584	-1170,122	540,000	486,170	0,014	360,000	-0,993	0,000
08/10/2016 22:00	0,000	0,000	-1281,365	-1036,143	540,000	486,170	0,011	360,000	-0,931	0,000
08/10/2016 23:00	0,000	0,000	-1351,027	-954,655	540,000	486,170	0,009	360,000	-0,920	0,000

ANEXO 2

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
01/02/2016 0:00	0	20	20,00
01/02/2016 1:00	0	18,93	18,93
01/02/2016 2:00	0	17,92	17,92
01/02/2016 3:00	0	17,05	17,05
01/02/2016 4:00	0	15,92	15,92
01/02/2016 5:00	0	15,15	15,15
01/02/2016 6:00	0	14,22	14,22
01/02/2016 7:00	0	15,53	15,53
01/02/2016 8:00	199,19	17,93	20,97
01/02/2016 9:00	444,71	20,72	27,50
01/02/2016 10:00	672,25	23,58	33,82
01/02/2016 11:00	854,57	26,75	39,77
01/02/2016 12:00	973,41	29	43,83
01/02/2016 13:00	1018,51	30,9	46,42
01/02/2016 14:00	985,92	32,16	47,18
01/02/2016 15:00	876,93	33,25	46,61
01/02/2016 16:00	702,88	34,29	45,00
01/02/2016 17:00	480,15	33,35	40,67
01/02/2016 18:00	234,78	32,13	35,71
01/02/2016 19:00	11,66	30,22	30,40
01/02/2016 20:00	0	28,07	28,07
01/02/2016 21:00	0	26,72	26,72
01/02/2016 22:00	0	25,77	25,77
01/02/2016 23:00	0	24,77	24,77

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
29/03/2016 0:00	0	11,26	11,26
29/03/2016 1:00	0	10,36	10,36
29/03/2016 2:00	0	9,42	9,42
29/03/2016 3:00	0	8,61	8,61
29/03/2016 4:00	0	7,65	7,65
29/03/2016 5:00	0	6,88	6,88
29/03/2016 6:00	0	5,94	5,94
29/03/2016 7:00	0	7,34	7,34
29/03/2016 8:00	192,79	9,18	12,12
29/03/2016 9:00	453,8	11,47	18,39
29/03/2016 10:00	687,78	14,08	24,56
29/03/2016 11:00	868,69	16,55	29,79
29/03/2016 12:00	981,41	18,84	33,79
29/03/2016 13:00	1015,64	21,1	36,58
29/03/2016 14:00	968,47	23,32	38,08
29/03/2016 15:00	843,96	22,55	35,41
29/03/2016 16:00	652,39	21,12	31,06
29/03/2016 17:00	411,51	19,99	26,26
29/03/2016 18:00	150,47	18,48	20,77
29/03/2016 19:00	0	16,84	16,84
29/03/2016 20:00	0	15,66	15,66
29/03/2016 21:00	0	14,88	14,88
29/03/2016 22:00	0	13,88	13,88
29/03/2016 23:00	0	12,9	12,90

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
11/04/2016 0:00	0	12,74	12,74
11/04/2016 1:00	0	11,87	11,87
11/04/2016 2:00	0	11,18	11,18
11/04/2016 3:00	0	10,32	10,32
11/04/2016 4:00	0	9,52	9,52
11/04/2016 5:00	0	8,91	8,91
11/04/2016 6:00	0	8,26	8,26
11/04/2016 7:00	0	7,56	7,56
11/04/2016 8:00	193,66	8,83	11,78
11/04/2016 9:00	4,67	10,72	10,79
11/04/2016 10:00	7,07	13,19	13,30
11/04/2016 11:00	15,55	15,41	15,65
11/04/2016 12:00	15,85	17,94	18,18
11/04/2016 13:00	17,89	20,76	21,03
11/04/2016 14:00	14,17	22,22	22,44
11/04/2016 15:00	8,38	23,27	23,40
11/04/2016 16:00	6,37	22,6	22,70
11/04/2016 17:00	3,88	20,67	20,73
11/04/2016 18:00	1,09	18,39	18,41
11/04/2016 19:00	0	17,09	17,09
11/04/2016 20:00	0	15,87	15,87
11/04/2016 21:00	0	14,88	14,88
11/04/2016 22:00	0	13,87	13,87
11/04/2016 23:00	0	13,33	13,33

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
11/06/2016 0:00	0	4,36	4,36
11/06/2016 1:00	0	3,83	3,83
11/06/2016 2:00	0	3,04	3,04
11/06/2016 3:00	0	2,65	2,65
11/06/2016 4:00	0	2,09	2,09
11/06/2016 5:00	0	1,42	1,42
11/06/2016 6:00	0	0,76	0,76
11/06/2016 7:00	0	0,46	0,46
11/06/2016 8:00	0	-0,05	-0,05
11/06/2016 9:00	337,57	1,56	6,70
11/06/2016 10:00	579,77	3,28	12,11
11/06/2016 11:00	754,02	4,95	16,44
11/06/2016 12:00	855,93	6,79	19,83
11/06/2016 13:00	881,55	8,36	21,79
11/06/2016 14:00	829,27	9,99	22,63
11/06/2016 15:00	703,51	10,5	21,22
11/06/2016 16:00	508,46	11,38	19,13
11/06/2016 17:00	241,99	9,93	13,62
11/06/2016 18:00	0	9,06	9,06
11/06/2016 19:00	0	8,37	8,37
11/06/2016 20:00	0	8,2	8,20
11/06/2016 21:00	0	7,31	7,31
11/06/2016 22:00	0	6,19	6,19
11/06/2016 23:00	0	5,85	5,85

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
24/09/2016 0:00	0	11,92	11,92
24/09/2016 1:00	0	11,3	11,30
24/09/2016 2:00	0	10,5	10,50
24/09/2016 3:00	0	9,3	9,30
24/09/2016 4:00	0	8,25	8,25
24/09/2016 5:00	0	7,05	7,05
24/09/2016 6:00	0	5,98	5,98
24/09/2016 7:00	32,47	7,05	7,54
24/09/2016 8:00	269,92	8,88	12,99
24/09/2016 9:00	529,09	11,61	19,67
24/09/2016 10:00	755,88	14,17	25,69
24/09/2016 11:00	926,3	16,94	31,06
24/09/2016 12:00	1023,26	19,11	34,70
24/09/2016 13:00	1040,11	18,98	34,83
24/09/2016 14:00	975,44	22,44	37,30
24/09/2016 15:00	834,42	23,81	36,52
24/09/2016 16:00	629,39	25,16	34,75
24/09/2016 17:00	380,32	24,12	29,92
24/09/2016 18:00	120,02	22,22	24,05
24/09/2016 19:00	0	19,6	19,60
24/09/2016 20:00	0	18,24	18,24
24/09/2016 21:00	0	16,94	16,94
24/09/2016 22:00	0	16,09	16,09
24/09/2016 23:00	0	15,35	15,35

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
05/07/2016 0:00	0	2,57	2,57
05/07/2016 1:00	0	1,93	1,93
05/07/2016 2:00	0	1,46	1,46
05/07/2016 3:00	0	0,88	0,88
05/07/2016 4:00	0	0,32	0,32
05/07/2016 5:00	0	-0,1	-0,10
05/07/2016 6:00	0	-0,52	-0,52
05/07/2016 7:00	0	-1	-1,00
05/07/2016 8:00	0	-0,59	-0,59
05/07/2016 9:00	3,05	0,16	0,21
05/07/2016 10:00	5,44	1,28	1,36
05/07/2016 11:00	7,17	2,95	3,06
05/07/2016 12:00	8,23	4,24	4,37
05/07/2016 13:00	8,52	5,4	5,53
05/07/2016 14:00	8,09	6,34	6,46
05/07/2016 15:00	6,9	6,93	7,04
05/07/2016 16:00	5,07	6,79	6,87
05/07/2016 17:00	2,56	5,51	5,55
05/07/2016 18:00	0	4,54	4,54
05/07/2016 19:00	0	3,47	3,47
05/07/2016 20:00	0	3,17	3,17
05/07/2016 21:00	0	3,01	3,01
05/07/2016 22:00	0	2,92	2,92
05/07/2016 23:00	0	2,55	2,55

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
29/11/2016 0:00	0	17,04	17,04
29/11/2016 1:00	0	15,64	15,64
29/11/2016 2:00	0	14,52	14,52
29/11/2016 3:00	0	13,14	13,14
29/11/2016 4:00	0	13,2	13,20
29/11/2016 5:00	0	12,14	12,14
29/11/2016 6:00	0	13,78	13,78
29/11/2016 7:00	71,98	15,05	16,15
29/11/2016 8:00	314,51	17,65	22,44
29/11/2016 9:00	558,2	20,2	28,71
29/11/2016 10:00	769,18	23,25	34,97
29/11/2016 11:00	925,76	25,93	40,04
29/11/2016 12:00	1013,81	27,05	42,50
29/11/2016 13:00	1025,83	29,16	44,79
29/11/2016 14:00	960,7	31,15	45,79
29/11/2016 15:00	823,28	32,28	44,83
29/11/2016 16:00	626,69	33,44	42,99
29/11/2016 17:00	390,25	32,32	38,27
29/11/2016 18:00	142,12	30,91	33,08
29/11/2016 19:00	0	28,64	28,64
29/11/2016 20:00	0	25,71	25,71
29/11/2016 21:00	0	23,28	23,28
29/11/2016 22:00	0	22,02	22,02
29/11/2016 23:00	0	20,33	20,33

Fecha/Hora	dir	temp	temp C
08/10/2016 0:00	0	7,33	7,33
08/10/2016 1:00	0	6,25	6,25
08/10/2016 2:00	0	5,25	5,25
08/10/2016 3:00	0	4,4	4,40
08/10/2016 4:00	0	3,32	3,32
08/10/2016 5:00	0	2,41	2,41
08/10/2016 6:00	0	1,26	1,26
08/10/2016 7:00	61,16	2,75	3,68
08/10/2016 8:00	307,26	4,73	9,41
08/10/2016 9:00	560,87	7,19	15,74
08/10/2016 10:00	778,48	9,91	21,77
08/10/2016 11:00	937,67	12,41	26,70
08/10/2016 12:00	1025,83	15,02	30,65
08/10/2016 13:00	1034,23	17,07	32,83
08/10/2016 14:00	962,65	18,58	33,25
08/10/2016 15:00	818,32	17,91	30,38
08/10/2016 16:00	612,84	17,19	26,53
08/10/2016 17:00	366,82	16,2	21,79
08/10/2016 18:00	118,18	15,24	17,04
08/10/2016 19:00	0	13,67	13,67
08/10/2016 20:00	0	12,54	12,54
08/10/2016 21:00	0	11,75	11,75
08/10/2016 22:00	0	11,05	11,05
08/10/2016 23:00	0	10,38	10,38

ANEXO 3

Nombre	Muro trombe								
Unidad	\$/m2								
Fecha	06/06/2022								
Cantidad (m2)	30,3								
Item									
Mano de obra (M.O)	Unidad	R.U.	Unidad	R.C.	Unidad	P.U	Unidad	P. Total	Unidad
Maestro	dia	14	m2/dia	19	m2/dia	\$ 32.000	\$/dia	\$ 1.684	\$/m2
Ayudante	dia	5	m2/dia	19	m2/dia	\$ 22.000	\$/dia	\$ 1.158	\$/m2
								Total M.O.	\$ 2.842 \$/m2
								Leyes S. (30%)	\$ 853 \$/m2
								Total M.O.	\$ 3.695 \$/m2
Materiales	Unidad	R.U.	Unidad	R.C.	Unidad	P.U	Unidad	P. Total	Unidad
Oleo negro	gl	25	m2/gl	25	m2/gl	\$ 24.950	\$/gl	\$ 998	\$/m2
Vidrio	m2	1	m2/m2	1	m2/m2	\$ 21.840	\$/m2	\$ 21.840	\$/m2
Tornillo	unidad	100	unidad/m2	0,01	unidad/m2	\$ 8.395	\$/unidad	\$ 84	\$/m2
Siliciona	unidad	1	unidad/m2	1	unidad/m2	\$ 7.471	\$/unidad	\$ 7.471	\$/m2
Celosia regulable	unidad	1	unidad/m2	1	unidad/m2	\$ 6.590	\$/unidad	\$ 6.590	\$/m2
Madera 2x2 "	unidad	5	unidad/m2	0,2	unidad/m2	\$ 3.782	\$/unidad	\$ 756	\$/m2
Clavos 3"	unidad	10	unidad/m2	0,1	unidad/m2	\$ 11.756	\$/unidad	\$ 1.176	\$/m2
								Sub total	\$ 38.915 \$/m2
								5% Perdidad	\$ 1.946 \$/m2
								Total materiales	\$ 40.861 \$/m2
								TOTAL	\$ 44.555 \$/m2
								COSTO	\$ 1.350.025