

## CÁLCULO Y COMPARACIÓN DE ENVOLVENTE TÉRMICA EDIFICIO HORIZONTE DEL PACÍFICO DE LA REGIÓN DEL BÍO-BÍO CON DISTINTA MATERIALIDAD ESTRUCTURAL

*L. Carrasco Quintana<sup>1</sup> F. González Monsalve<sup>2</sup> C. Correa Rogel<sup>3</sup>  
Universidad Católica de la Santísima Concepción*

### RESUMEN

El calentamiento global que está afectando al planeta y que contribuye al cambio climático, se está produciendo en grandes cantidades por el consumo excesivo de combustibles o quema de biomasa producto de la acción humana, generando CO<sub>2</sub> significativamente a gran escala, hoy esta situación no puede ser indiferente para nadie. Por su parte, la industria de la construcción debe considerar cambios inmediatos y aportar a la disminución de la contaminación, es por esto que en Chile se están implementando de forma gradual, planes de descontaminación para poder resolver este problema que nos afecta a todos.

Lograr un ambiente de confort mediante la adecuada selección de materiales en la construcción es de gran importancia, esto mejora la calidad de vida en las personas, de una forma fácil y a la vez con un consumo menor de energía, lo que se traduce en economía para las personas y en una mejora para el medio ambiente disminuyendo el consumo de combustibles o quema de biomasa, todo lo anterior puede ser un factor clave a considerar a la hora de adquirir una nueva vivienda.

El presente estudio tiene como principal objetivo analizar el comportamiento térmico identificando las ganancias y pérdidas de calor de un edificio construido con diferente materialidad estructural, analizando en madera y hormigón.

Los resultados obtenidos a través del análisis realizado indica que las mayores pérdidas de energía en el edificio se producen por las cargas de envolvente y ventilación para ambos casos de materialidad estructural. Además, se obtiene para los meses más fríos (julio, agosto y septiembre) un promedio durante el día de 15.81 kW/m<sup>2</sup> de potencia en el caso de la madera y 49.99 kW/m<sup>2</sup> de potencia para el caso del hormigón. Esta diferencia de 31.6% trae consigo un ahorro significativo al calefaccionar para obtener el ambiente de confort y una reducción importante de CO<sub>2</sub> al preferir la madera como materialidad estructural de las viviendas.

---

<sup>1</sup> Estudiante, Carrera Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, [lcarrasco@ing.ucsc.cl](mailto:lcarrasco@ing.ucsc.cl)

<sup>2</sup> Profesor Guía, Universidad Católica de la Santísima Concepción, [fgonzalez@ucsc.cl](mailto:fgonzalez@ucsc.cl)

<sup>3</sup> Profesor Informante, Universidad Católica de la Santísima Concepción, [claudiocorrea@ucsc.cl](mailto:claudiocorrea@ucsc.cl)

## ABSTRACT

The global warming that is affecting the planet and that contributes to climate change, is occurring in big quantities due to the excessive consumption of fuels or burning of biomass product of human action, generating CO<sub>2</sub> significantly on a large scale, today this situation cannot be indifferent to anyone. For his part, the construction industry must consider immediate changes and contribute to reducing pollution, this is why in Chile decontamination plans are being gradually implemented in order to solve this problem that affects us all.

Achieving an environment of comfort through the proper selection of materials in construction is of great importance, this improves people's quality of life, in an easy way and at the same time with less energy consumption, which translates into economy for people and in an improvement for the environment by reducing the consumption of fuels or burning biomass, all of the above can be a key factor to consider when purchasing a new home.

The main objective of this study is to analyze the thermal behavior by identifying the heat gains and losses of a building constructed with different structural materiality, analyzing Wood and Concrete.

The results obtained through the analysis carried out indicate that the greatest energy losses in the building are produced by the envelope and ventilation loads, for both cases of structural materiality. Also, for the coldest months (july, august and september) an average of 15.81 kW/m<sup>2</sup> of power is obtained during the day in the case of wood and 49.99 kW/m<sup>2</sup> of power in the case of concrete. This difference of 31.6% brings with it significant savings when heating to obtain the comfort environment and a significant reduction in CO<sub>2</sub> by preferring wood as the structural material of the houses.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objetivo general

Calcular, modelar y analizar el comportamiento térmico del edificio Horizonte del Pacífico en la ciudad de San Pedro de la Paz con distinta materialidad estructural.

### 1.2 Objetivos específicos

- Calcular la demanda para calefacción
- Determinar la carga de calefacción
- Modelar el edificio en software Revit
- Comparar demandas de calefacción por distinta materialidad estructural.

### 1.3 Descripción del edificio

El edificio Horizonte del Pacífico se encuentra ubicado en Avenida Par Vial Las Torres 3695, sector Costa Norte, comuna San Pedro de la Paz, Región del Biobío.

Consiste en un edificio de 4 pisos de altura, con 4 departamentos por pisos, en el que existen dos tipos de departamentos “Tipo 1” con 43 m<sup>2</sup> y “Tipo 2” con 54 m<sup>2</sup>, habitables.

La estructura del edificio está compuesta completamente de madera estructural, con sistema de marco arriostrado a través de tableros estructurales de la empresa “E2E”. Es un tipo de construcción de mediana altura, la primera en Chile y forma parte de un condominio con una totalidad de 5 edificios, de los cuales 4 se encuentran a la fecha en proceso de construcción.

Sus muros estructurales están constituidos por:

Madera estructural de pino impregnado, relleno con lana de vidrio densidad 14kg/m<sup>3</sup> espesor 100 mm, su cara exterior está compuesta por OSB 11.1 mm, una membrana hidrófuga y un revestimiento exterior de Siding de fibrocemento. La cara interior del tabique está compuesta por un OSB de 11.1 mm y una doble capa de yeso cartón estándar de 15 mm para las zonas secas (estar- comedor y dormitorio) y doble capa de yeso cartón RH de 12.5 mm para las zonas húmedas (baño y cocina).

La losa de cielo está constituida por:

Vigas de madera pino impregnado, rellena con lana de vidrio densidad 14 kg/m<sup>3</sup>, espesor 100 mm, su cara inferior está compuesta por una doble capa de yeso cartón RF de 15 mm y su cara superior está constituida por una banda insonorizante de corcho, un contraenchapado de 18 mm, lana de roca densidad 80 kg/m<sup>3</sup>, espesor 30 mm, otro contraenchapado de 18 mm y finalmente la terminación de piso correspondiente a Piso vinílico SPC de 6 mm.

Las ventanas son PVC termopanel con una cámara de 10 mm.

Para el cálculo del edificio de hormigón se utilizarán las mismas condiciones que el de madera, diferenciando su envolvente, específicamente sus muros estructurales y losa compuesto de hormigón armado y en el caso de los exteriores se considerará una plancha Volcapol de 20 mm.



Figura 1: Estructura edificio Horizonte del Pacifico  
 Fuente: Página Web E2EChile.



Figura 2: Edificio Horizonte del Pacifico, San Pedro de la Paz  
 Fuente: Elaboración propia.

El presente estudio modelará, calculará y analizará el edificio aislando el departamento más desfavorable “Tipo 1” ubicado en el primer piso a la derecha de este (ver figura 3), Además se reemplazará el material de sus muros estructurales y losa por hormigón armado, para comparar su comportamiento térmico. Se espera que el edificio de madera tenga un requerimiento mucho menor en cuanto a la potencia para calefaccionar y obtener el ambiente de confort, para así incentivar el uso de la madera en nuevas edificaciones de mediana altura y con esto reducir la generación de hormigón que libera una gran cantidad de CO<sub>2</sub> al ambiente.

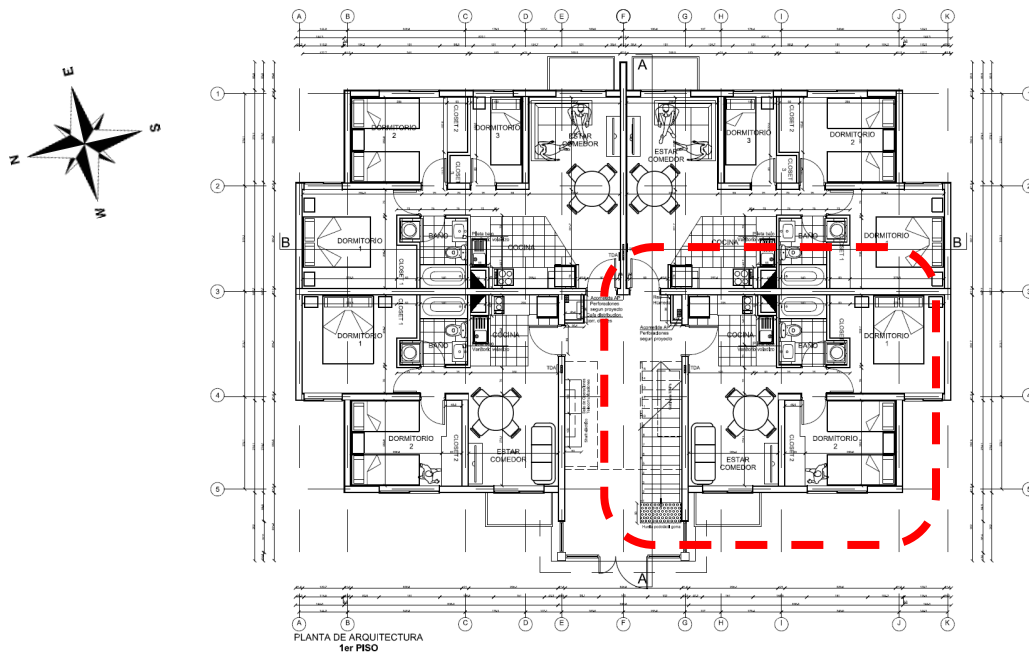


Figura 3: Plano de planta primer nivel  
 Fuente: Arquitectura y Urbanismo Punto Cero Ltda.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Balance térmico edificio

Las condiciones térmicas de una edificación están condicionadas por las pérdidas y ganancias de calor, es decir para poder calcular la demanda de calefacción se debe considerar las condiciones climáticas tanto interiores y exteriores, identificando los factores que nos aportan y restan calor durante un determinado tiempo.

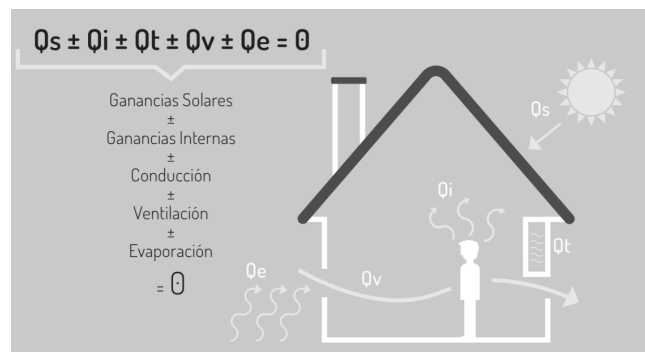
La relación entre ganancias y pérdidas de calor puede ser expresada mediante la ecuación 1

$$\dot{Q}_{total} = \dot{Q}_s \pm \dot{Q}_i \pm \dot{Q}_c \pm \dot{Q}_v$$

*Ecuación 1*

Donde:

- $\dot{Q}_s$  corresponde a cargas térmicas solares [W]
- $\dot{Q}_i$  corresponde a cargas térmicas internas [W]
- $\dot{Q}_c$  corresponde a cargas térmicas de los elementos de la envolvente [W]
- $\dot{Q}_v$  corresponde a cargas térmicas por ventilación [W]



*Figura 4: Balance térmico de la edificación*

*Fuente: Manual del (Re) acondicionamiento térmico, Concepción comfortable, Corporación de desarrollo tecnológico.*

#### 2.1.1 Cargas térmicas solares

La radiación solar que influye sobre la vivienda puede generar importantes ganancias de calor. Estas se obtienen de forma directa e indirecta.<sup>3</sup>

##### 2.1.1.1 Cargas térmicas solares directas

Corresponde a cargas que se obtienen al estar la edificación expuesta al sol y se consideran aquellas que ingresan por medio de ventanas.

$$\dot{Q}_{sr} = S * R * \theta$$

*Ecuación 2*

Donde:

<sup>3</sup> Manual del (Re) acondicionamiento térmico, Concepción comfortable, Corporación de Desarrollo Tecnológico

- S corresponde a la superficie del cristal expuesto [m<sup>2</sup>]
- R corresponde a la radiación que atraviesa la superficie de cristal [W/m<sup>2</sup>]
- $\theta$  corresponde al coeficiente de ganancia solar

### 2.1.1.2 Cargas térmicas solares indirectas

Corresponde a cargas que se obtienen al estar expuesta al sol la edificación y se consideran aquellas que ingresan por medio de muros y cubiertas

$$\dot{Q}_{str} = U * S * (R * \alpha * R_{so})$$

Ecuación 3

Donde:

- U corresponde a la transmitancia térmica del material [W/m<sup>2</sup>K]
- S corresponde a la superficie expuesta a la radiación [m<sup>2</sup>]
- R corresponde a la radiación solar que atraviesa la superficie del muro [W/m<sup>2</sup>]
- $\alpha$  corresponde al coeficiente de absorción
- $R_{so}$  corresponde a la resistencia de la película exterior de aire [m<sup>2</sup>K/W]

### 2.1.2 Cargas térmicas internas

Las ganancias internas provienen de las fuentes de calor que están situadas dentro de la vivienda. Estas incluyen las personas, iluminación, los equipos de y los artefactos que consumen energía y producen calor

#### 2.1.2.1 Cargas internas de iluminación

Corresponde al calor generado por la iluminación interior de la edificación

##### 2.1.2.1.1 Carga interna sensible de iluminación para lámparas incandescente

$$\dot{Q}_{iii} = n * POT_{lámpara\ incandescente}$$

Ecuación 4

Donde:

- n corresponde al número de lámparas de cada tipo
- $POT_{lámpara\ incandescente}$  corresponde a la potencia de la ampolla, lámpara incandescente [W]

##### 2.1.2.1.2 Carga interna sensible de iluminación para lámparas de descarga

$$\dot{Q}_{iid} = 1.25 * n * POT_{lámpara\ descarga}$$

Ecuación 5

Donde:

- n corresponde al número de lámparas de cada tipo
- $POT_{lámpara\ descarga}$  corresponde a la potencia de la ampolla, lámpara de descarga [W]

### 2.1.2.2 Cargas internas por ocupantes

Corresponde al calor generado por los habitantes de la edificación y esto depende de la actividad física que se realice.

#### 2.1.2.2.1 Carga interna sensible por ocupante

$$\dot{Q}_{ips} = n * C_{sensible, persona}$$

Ecuación 6

Donde:

- n corresponde al número de usuarios estimados en el recinto
- $C_{sensible, persona}$  corresponde al calor sensible por persona según actividad que realice [W]

#### 2.1.2.2.2 Carga interna latente por ocupante

$$\dot{Q}_{ipl} = n * C_{latente, persona}$$

Ecuación 7

Donde:

- n corresponde al número de usuarios estimados en el recinto
- $C_{latente, persona}$  corresponde al calor latente por persona según actividad que realice [W]

### 2.1.2.3 Cargas internas por equipo

Corresponde al calor generado por los artefactos dentro de la edificación y que consumen energía.

$$\dot{Q}_{ie} = \sum (n \times C_{artefacto})$$

Ecuación 8

Donde:

- n corresponde al número de artefactos
- $C_{artefacto}$  corresponde al calor emitido por cada artefacto [W]

### 2.1.3 Cargas térmicas de los elementos de la envolvente

Corresponde a la carga térmica transmitida a través de los elementos que componen la envolvente de la edificación

$$\dot{Q}_c = U * S * (T_{ext.} - T_{int.})$$

Ecuación 9

Donde:

- U corresponde a la transmitancia térmica [W/m<sup>2</sup>K]
- S corresponde a la superficie de cada elemento del perímetro [m<sup>2</sup>]
- $T_{ext}$  corresponde a la temperatura del ambiente al exterior del recinto [K]
- $T_{int}$  corresponde a la temperatura de diseño, dada por el confort térmico al interior [K]

### 2.1.4 Cargas térmicas por ventilación

Corresponden a las cargas que se producen al ingresar aire desde el exterior al interior de la edificación, renovando o expulsando el aire que está dentro hacia el exterior

#### 2.1.4.1 Carga térmica sensible por ventilación

$$\dot{Q}_{vs} = V * \rho * C_{e,aire} * \Delta T$$

*Ecuación 10*

Donde:

- V corresponde al caudal de aire de ventilación [m<sup>3</sup>/s]
- $\rho$  corresponde a la densidad del aire [1.18 kg/m<sup>3</sup>]
- $C_{e,aire}$  corresponde al calor específico del aire [1012 J/kg°K]
- $\Delta T$  corresponde al diferencial de temperatura entre el exterior e interior [°K]

#### 2.1.4.2 Carga térmica latente por ventilación

$$\dot{Q}_{vl} = V_r * 0.84 * \Delta W$$

*Ecuación 11*

Donde:

- $V_r$  corresponde al caudal de aire infiltrado y ventilación [m<sup>3</sup>/s]
- 0.84 corresponde al producto de la densidad del aire por el calor latente de vaporización del agua [J/m<sup>3</sup>]
- $\Delta W$  corresponde a la diferencia de humedad entre el exterior y el interior, como factor.

$$V_r = V * R.A.H.$$

*Ecuación 12*

Donde:

- V corresponde al volumen del recinto [m<sup>3</sup>]
- R.A.H. corresponde al número de renovaciones de aire por hora [1/s]

### 3. CONDICIONES DE DISEÑO

#### 3.1 Cargas térmicas solares

El reporte de radiación solar se obtiene del explorador solar del Ministerio de Energía en conjunto con la Universidad de Chile. El cual entrega información sobre la radiación directa durante los doce meses del año por hora.

Para este estudio se considera la siguiente radiación según su orientación. La Tabla 16 en Anexo 1 muestra el promedio de radiación solar directa agrupada cada 3 meses por hora.

- Radiación Este: nula, ya que no recibe radiación desde esa orientación.
- Radiación Norte: nula, ya que no recibe radiación desde esa orientación.
- Radiación Oeste: desde las 16:00 hasta las 19:59 horas.
- Radiación Sur: nula, ya que no recibe radiación desde esa orientación.

#### 3.1.1 Cargas térmicas solares directas

##### 3.1.1.1 Coeficiente de ganancia solar

El edificio cuenta con ventanas termopanel con coeficiente mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1: Coeficiente de ganancia solar

<i>Tipo</i>	<i>Factor</i>
<b>Vidrio Simple doble</b>	0.76

#### 3.1.2 Cargas térmicas solares indirectas

##### 3.1.2.1 Absortancia

La absortancia, representa la fracción de la radiación incidente de onda larga (longitudes de onda infrarrojas) que es absorbida por un material.

La Tabla 2 se muestra los porcentajes de absortancia para los diferentes materiales del edificio

Tabla 2: Coeficiente de Absortancia de los materiales

Fuente: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico

<i>Material</i>	<i>Absortancia (%)</i>
Pintura Gris Claro	84
Pintura Gris Oscuro	91

## 3.2 Cargas térmicas internas

### 3.2.1 Cargas internas de iluminación

#### 3.2.1.1 Carga térmica por iluminación

La Tabla 3 muestra la cantidad de lámparas presentes según su grupo y potencia.

Para este estudio se considera el uso de la iluminación de la siguiente manera:

- Enero a marzo desde las 06:00 a 07:59 y desde las 20:00 a 22:59.
- Abril a junio desde las 06:00 a 09:59 y desde las 18:00 a 22:59.
- Julio a septiembre desde las 06:00 a 09:59 y desde las 18:00 a 22:59.
- Octubre a diciembre desde las 06:00 a 07:59 y desde las 20:00 a 22:59.

Tabla 3: Carga interna por iluminación

<i>Tipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Potencia [W]</i>	<i>Potencia Total [W]</i>
<i>Foco Panel LED</i>	8	18	144

### 3.2.2 Cargas internas por ocupantes

La Tabla 4 muestra los valores de calor sensible y latente por persona, dependiendo según la actividad que realice dentro del edificio.

Tabla 4: Calor sensible y latente dependiendo de actividad a realizar

<i>Actividad</i>	$\dot{Q}_{sensible} [W]$	$\dot{Q}_{latente} [W]$
Sentado en reposo	75	27
Sentado haciendo trabajo ligero	79	37
De pie, marcha lenta	82	49

### 3.2.3 Cargas internas por equipo

La Tabla 5 muestra los equipos y artefactos que aportan a la carga interna, con el funcionamiento de cada uno durante un día.

Se considera que los artefactos aportan el 5% de su potencia total.

Tabla 5: Funcionamiento de los Artefactos dentro del edificio

<i>Artefactos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Potencia Artefacto [W]</i>	<i>Horas de Funcionamiento</i>
Smart TV 50"	1	360	7
Notebook	1	45	10
Impresora	1	4.5	1
Radio	1	40	9
Refrigerador	1	250	24
Encimera	1	1200	2
Hervidor	1	185	1
Horno Eléctrico	1	300	1
Juguera	1	17.5	1
Secador de pelo	1	160	1
Termo Eléctrico	1	500	1
Lavadora	1	43	1

### 3.3 Cargas térmicas de los elementos de la envolvente

#### 3.3.1 Temperatura y humedad de diseño

##### 3.3.1.1 Condiciones al interior del edificio

La Tabla 6 muestra la temperatura y humedad relativa de confort.

Tabla 6: Temperatura y Humedad relativa para diseño

<i>Temperatura de diseño [°C]</i>	<i>Humedad Relativa [%]</i>
19	60

##### 3.3.1.2 Condiciones al exterior del edificio

Se obtienen los datos históricos meteorológicos de la comuna de San Pedro de la Paz a través de la plataforma web de meteorología correspondiente a la estación meteorológica “Aeropuerto Carriel Sur Intl (SCIE)” con una distancia aproximada de 11 kilómetros. La Tabla 17 En Anexo 2 y la Tabla 18 en Anexo 3 muestran la temperatura y humedad promedio durante el año en la zona en estudio. Para el caso de los muros que colindantes con departamentos vecinos, se considera que la temperatura exterior es de 12°C como promedio ya que estos pueden o no estar siendo calefaccionados al mismo tiempo.

### 3.4 Cargas térmicas por ventilación

#### 3.4.1 Caudal de aire de ventilación

##### 3.4.1.1 Condiciones de área de infiltración

- Puertas se considera un 50% del área total.
- Ventana se considera un 20% del área de cada una.

##### 3.4.1.2 Condiciones de uso

- Puerta: Se considera que la puerta se abre 10 veces en el día por 1 minuto.
- Ventanas: Se considera que las ventanas se abren en los meses fríos desde 10:00 a 13:00 y en los meses calurosos desde las 10:00 a 16:00.

##### 3.4.1.3 Velocidad del viento

De acuerdo al informe eólico generado por el explorador eólico del Ministerio de Energía de Chile en conjunto con la Universidad de Chile, se obtiene la rosa de los vientos de San Pedro de la Paz con las velocidades en cada dirección (*ver Figura 5*). La Tabla 19 en Anexo 4, muestra el promedio de la velocidad del viento en la dirección Oeste donde se ubican las ventanas del departamento estudiado, estos datos fueron obtenidos del explorador eólico de la Facultad de ciencias físicas y matemáticas de la Universidad de Chile.

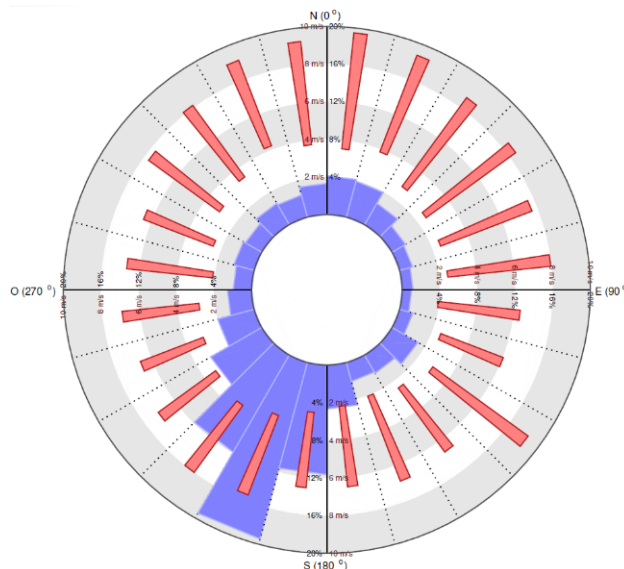


Figura 5: Rosa de los vientos San Pedro de la Paz para el año completo.  
 Fuente: Explorador eólico del Ministerio de Energía de Chile

### 3.5 Diseño software Revit de Autodesk

Se obtiene el modelo en base a planos y especificaciones técnicas de los elementos constructivos del edificio, especificando en el software las características físicas (transmitancia térmica, conductividad y resistencia térmica) (ver Figuras 6 y 7). Además, para realizar el seguimiento del sol se deben realizar configuraciones básicas como:

- Ubicación: Señalar las coordenadas geográficas en donde está emplazado el edificio junto a la estación meteorológica más cercana al proyecto.
- Orientación: Señalar las coordenadas de dos puntos conocidos del edificio.



Figura 6: Diseño del edificio en software Revit  
 Fuente: Elaboración propia.

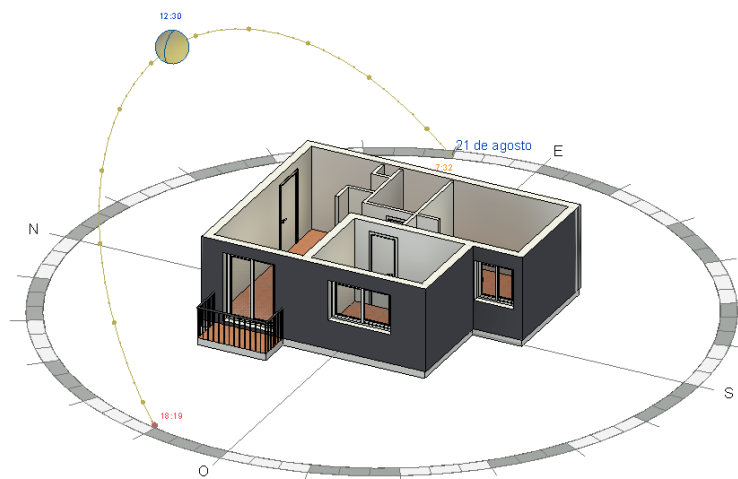


Figura 7: Departamento "Tipo 1" Edificio Horizonte del Pacífico en software Revit  
 Fuente: Elaboración propia.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Balance térmico Edificio con materialidad principal de Madera

#### 4.1.1 Enero a marzo

La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de enero a marzo. Durante estos meses cálidos, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 0.27 kW entre las 0:00 a 11:59 y de 19:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 0.83 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 4.51 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 9.98 W/m<sup>2</sup> entre las 05:00 y 05:59 horas.

Tabla 7: Balance térmico edificio de madera enero a marzo

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pt}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-672.38	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.02	81.00	-353.90	0.00
1:00	-687.64	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.03	81.00	-369.17	0.00
2:00	-701.21	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.03	81.00	-382.75	0.00
3:00	-715.20	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-396.74	0.00
4:00	-730.62	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-412.16	0.00
5:00	-747.58	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-429.13	0.00
6:00	-756.96	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.05	125.00	-221.51	0.00
7:00	-741.52	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.05	125.00	-168.95	0.00
8:00	-706.62	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	19.13	-0.05	125.00	-323.55	0.00
9:00	-661.06	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-280.14	0.00
10:00	-615.01	0.00	0.00	-92.77	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-326.86	0.00
11:00	-571.46	0.00	0.00	-33.36	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-223.89	0.00
12:00	-534.67	0.00	161.91	12.22	0.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	0.00	20.40
13:00	-503.36	0.00	172.86	91.03	0.00	239.00	115.63	-0.02	125.00	0.00	240.14
14:00	-481.58	0.00	168.95	194.92	0.00	239.00	39.75	-0.01	125.00	0.00	286.04
15:00	-473.86	0.00	152.75	281.40	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	0.00	341.26
16:00	-481.10	2352.95	165.90	289.22	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	0.00	2707.95
17:00	-499.81	1585.45	111.79	0.00	0.00	239.00	16.98	0.01	125.00	0.00	1578.41
18:00	-526.39	756.68	53.35	0.00	0.00	239.00	16.98	0.01	125.00	0.00	664.63
19:00	-559.32	34.96	2.46	0.00	0.00	239.00	16.98	0.01	125.00	-140.91	0.00
20:00	-591.99	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	0.00	125.00	-31.86	0.00
21:00	-615.76	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	0.00	125.00	-80.25	0.00
22:00	-637.00	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	0.00	81.00	-190.25	0.00
23:00	-656.47	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.01	81.00	-317.59	0.00

#### 4.1.2 Abril a junio

La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de abril a junio. Durante estos meses templados, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 0.55 kW entre las 0:00 a 15:59 y de 18:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 1.03 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 11.62 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 28.09 W/m<sup>2</sup> entre las 10:00 y 10:59 horas.

Tabla 8: Balance térmico edificio de madera abril a junio

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pt}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-976.60	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-658.14	0.00
1:00	-1007.57	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-689.11	0.00
2:00	-1030.95	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-712.50	0.00
3:00	-1054.99	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-736.54	0.00
4:00	-1075.32	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-756.87	0.00
5:00	-1093.77	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-775.32	0.00
6:00	-1110.27	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.06	125.00	-574.83	0.00
7:00	-1117.91	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.06	125.00	-545.35	0.00
8:00	-1092.72	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	19.13	-0.06	125.00	-601.65	0.00
9:00	-1010.59	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-521.67	0.00
10:00	-889.32	0.00	0.00	-699.64	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-1208.05	0.00
11:00	-760.20	0.00	0.00	-731.94	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-1111.23	0.00
12:00	-660.77	0.00	97.00	-567.32	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-750.17	0.00
13:00	-581.14	0.00	106.13	-310.81	0.00	239.00	115.63	-0.05	125.00	-306.24	0.00
14:00	-538.73	0.00	99.28	0.00	0.00	239.00	39.75	-0.03	125.00	-35.74	0.00
15:00	-518.94	0.00	93.37	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.02	125.00	-44.62	0.00
16:00	-538.55	1369.53	96.56	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.02	125.00	0.00	1308.50
17:00	-603.98	913.57	64.41	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	0.00	754.96
18:00	-690.54	112.76	7.95	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-80.86	0.00
19:00	-759.59	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-270.63	0.00
20:00	-813.98	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	-0.01	125.00	-253.87	0.00
21:00	-861.43	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	89.40	-0.02	125.00	-300.05	0.00
22:00	-904.04	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	-0.03	81.00	-457.32	0.00
23:00	-941.82	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.04	81.00	-603.11	0.00

### 4.1.3 Julio a septiembre

La Tabla 9 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de julio a septiembre. Durante estos meses fríos, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 0.74 kW entre las 0:00 a 15:59 y de 18:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 1.73 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 15.81 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 45.59 W/m<sup>2</sup> entre las 10:00 y 10:59 horas.

Tabla 9: Balance térmico edificio de madera julio a septiembre

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pl}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-1132.32	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-813.87	0.00
1:00	-1161.66	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-843.21	0.00
2:00	-1184.11	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-865.66	0.00
3:00	-1204.93	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-886.49	0.00
4:00	-1225.76	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-907.31	0.00
5:00	-1242.77	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-924.33	0.00
6:00	-1256.29	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.06	125.00	-720.85	0.00
7:00	-1259.02	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.06	125.00	-686.45	0.00
8:00	-1210.11	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	19.13	-0.06	125.00	-719.04	0.00
9:00	-1120.34	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-631.42	0.00
10:00	-1007.32	0.00	0.00	-1333.91	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-1960.31	0.00
11:00	-897.70	0.00	0.00	-790.04	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-1306.82	0.00
12:00	-806.40	0.00	97.57	-874.58	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-1202.50	0.00
13:00	-740.36	0.00	99.95	-420.65	0.00	239.00	115.63	-0.06	125.00	-581.48	0.00
14:00	-695.98	0.00	95.77	0.00	0.00	239.00	39.75	-0.05	125.00	-196.50	0.00
15:00	-680.26	0.00	90.59	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.04	125.00	-208.73	0.00
16:00	-704.44	1350.72	95.24	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	0.00	1122.46
17:00	-760.86	925.40	65.25	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	0.00	610.73
18:00	-841.13	226.37	15.96	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	-109.85	0.00
19:00	-912.48	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	-423.53	0.00
20:00	-970.95	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	-0.03	125.00	-410.85	0.00
21:00	-1020.22	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	11.63	-0.03	125.00	-536.63	0.00
22:00	-1061.50	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	-0.04	81.00	-614.79	0.00
23:00	-1101.09	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.05	81.00	-762.39	0.00

#### 4.1.4 Octubre a diciembre

La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de octubre a diciembre. Durante estos meses cálidos, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 0.42 kW entre las 0:00 a 11:59 y de 19:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 1.73 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 6.87 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 17.30 W/m<sup>2</sup> entre las 05:00 y 05:59 horas.

Tabla 10: Balance térmico edificio de madera octubre a diciembre

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pt}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-833.60	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.03	81.00	-515.14	0.00
1:00	-881.33	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-562.87	0.00
2:00	-928.24	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-609.78	0.00
3:00	-974.29	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-655.83	0.00
4:00	-1017.63	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-699.17	0.00
5:00	-1062.30	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-743.85	0.00
6:00	-1066.62	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.05	125.00	-531.18	0.00
7:00	-982.18	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.05	125.00	-409.61	0.00
8:00	-852.18	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	19.13	-0.06	125.00	-469.11	0.00
9:00	-705.87	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-324.95	0.00
10:00	-566.64	0.00	0.00	-201.06	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-386.78	0.00
11:00	-444.43	0.00	0.00	-132.52	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-196.03	0.00
12:00	-348.52	0.00	150.83	-112.91	0.00	239.00	16.98	-0.04	125.00	0.00	70.33
13:00	-271.91	0.00	157.94	-88.29	0.00	239.00	115.63	-0.03	125.00	0.00	277.34
14:00	-222.56	0.00	146.27	-100.00	0.00	239.00	39.75	-0.02	125.00	0.00	227.45
15:00	-204.14	0.00	129.40	-93.97	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	0.00	212.25
16:00	-233.19	1930.61	136.12	-156.09	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	0.00	2058.42
17:00	-291.62	1174.45	82.81	0.00	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	0.00	1346.61
18:00	-372.15	465.58	32.83	0.00	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	0.00	507.23
19:00	-475.00	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-94.03	0.00
20:00	-574.43	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	-0.01	125.00	-14.31	0.00
21:00	-653.45	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	17.00	-0.01	125.00	-164.46	0.00
22:00	-718.94	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	-0.02	81.00	-272.21	0.00
23:00	-775.27	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.03	81.00	-436.54	0.00

## 4.2 Balance térmico edificio con materialidad principal de hormigón

### 4.2.1 Enero a marzo

La Tabla 11 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de enero a marzo. Durante estos meses cálidos, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 1.43 kW entre las 0:00 a 15:59 y de 18:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 1.01 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 30.47 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 43.03 W/m<sup>2</sup> entre las 05:00 y 05:59 horas.

Tabla 11: Balance térmico edificio de hormigón enero a marzo

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pt}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-2007.84	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.02	81.00	-1689.36	0.00
1:00	-2040.49	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.03	81.00	-1722.01	0.00
2:00	-2069.53	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.03	81.00	-1751.06	0.00
3:00	-2099.45	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-1780.99	0.00
4:00	-2132.43	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-1813.98	0.00
5:00	-2168.73	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-1850.28	0.00
6:00	-2188.80	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.05	125.00	-1653.35	0.00
7:00	-2155.77	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.05	125.00	-1583.20	0.00
8:00	-2081.09	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	19.13	-0.05	125.00	-1698.02	0.00
9:00	-1983.61	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-1602.69	0.00
10:00	-1885.07	0.00	0.00	-92.77	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-1596.92	0.00
11:00	-1791.90	0.00	0.00	-33.36	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-1444.33	0.00
12:00	-1713.19	0.00	161.91	12.22	0.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	-1158.11	0.00
13:00	-1646.20	0.00	172.86	91.03	0.00	239.00	115.63	-0.02	125.00	-902.70	0.00
14:00	-1599.58	0.00	168.95	194.92	0.00	239.00	39.75	-0.01	125.00	-831.97	0.00
15:00	-1583.08	0.00	152.75	281.40	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	-767.95	0.00
16:00	-1598.56	2352.95	165.90	289.22	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	0.00	1590.49
17:00	-1638.59	1585.45	111.79	0.00	0.00	239.00	16.98	0.01	125.00	0.00	439.63
18:00	-1695.46	756.68	53.35	0.00	0.00	239.00	16.98	0.01	125.00	-504.45	0.00
19:00	-1765.91	34.96	2.46	0.00	0.00	239.00	16.98	0.01	125.00	-1347.51	0.00
20:00	-1835.83	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	0.00	125.00	-1275.70	0.00
21:00	-1886.68	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	0.00	125.00	-1351.17	0.00
22:00	-1932.13	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	0.00	81.00	-1485.38	0.00
23:00	-1973.79	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.01	81.00	-1635.05	0.00

#### 4.2.2 Abril a junio

La Tabla 12 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de abril a junio. Durante estos meses templados, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 1.96 kW entre las 0:00 a 15:59 y de 17:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 0.01 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 43.70 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 62.52 W/m<sup>2</sup> entre las 10:00 y 10:59 horas.

Tabla 12: Balance térmico edificio de hormigón abril a junio

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pt}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-2502.25	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-2183.79	0.00
1:00	-2549.29	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2230.84	0.00
2:00	-2584.81	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2266.36	0.00
3:00	-2621.33	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2302.88	0.00
4:00	-2652.20	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2333.76	0.00
5:00	-2680.23	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-2361.78	0.00
6:00	-2705.30	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.06	125.00	-2169.86	0.00
7:00	-2716.90	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.06	125.00	-2144.34	0.00
8:00	-2678.64	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	19.13	-0.06	125.00	-2187.57	0.00
9:00	-2553.88	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-2064.97	0.00
10:00	-2369.67	0.00	0.00	-699.64	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-2688.40	0.00
11:00	-2173.55	0.00	0.00	-731.94	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-2524.57	0.00
12:00	-2022.51	0.00	97.00	-567.32	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-2111.91	0.00
13:00	-1901.54	0.00	106.13	-310.81	0.00	239.00	115.63	-0.05	125.00	-1626.65	0.00
14:00	-1837.13	0.00	99.28	0.00	0.00	239.00	39.75	-0.03	125.00	-1334.14	0.00
15:00	-1807.07	0.00	93.37	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.02	125.00	-1332.75	0.00
16:00	-1836.85	1369.53	96.56	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.02	125.00	0.00	10.20
17:00	-1936.24	913.57	64.41	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-577.30	0.00
18:00	-2067.73	112.76	7.95	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-1458.05	0.00
19:00	-2172.61	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-1683.65	0.00
20:00	-2255.23	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	-0.01	125.00	-1695.12	0.00
21:00	-2327.30	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	89.40	-0.02	125.00	-1765.92	0.00
22:00	-2392.04	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	-0.03	81.00	-1945.32	0.00
23:00	-2449.42	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.04	81.00	-2110.71	0.00

### 4.2.3 Julio a septiembre

La Tabla 13 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de julio a septiembre. Durante estos meses fríos, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 2.15 kW entre las 0:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 0 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 49.99 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 81.44 W/m<sup>2</sup> entre las 10:00 y 10:59 horas.

Tabla 13: Balance térmico edificio de hormigón julio a septiembre

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pl}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-2738.79	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2420.34	0.00
1:00	-2783.36	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2464.91	0.00
2:00	-2817.46	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-2499.01	0.00
3:00	-2849.08	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-2530.64	0.00
4:00	-2880.72	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-2562.28	0.00
5:00	-2906.57	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.06	81.00	-2588.12	0.00
6:00	-2927.10	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.06	125.00	-2391.66	0.00
7:00	-2931.24	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.06	125.00	-2358.68	0.00
8:00	-2856.95	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	19.13	-0.06	125.00	-2365.89	0.00
9:00	-2720.59	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-2231.68	0.00
10:00	-2548.91	0.00	0.00	-1333.91	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-3501.91	0.00
11:00	-2382.40	0.00	0.00	-790.04	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-2791.52	0.00
12:00	-2243.72	0.00	97.57	-874.58	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-2639.82	0.00
13:00	-2143.40	0.00	99.95	-420.65	0.00	239.00	115.63	-0.06	125.00	-1984.52	0.00
14:00	-2075.99	0.00	95.77	0.00	0.00	239.00	39.75	-0.05	125.00	-1576.51	0.00
15:00	-2052.11	0.00	90.59	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.04	125.00	-1580.59	0.00
16:00	-2088.85	1350.72	95.24	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	-261.95	0.00
17:00	-2174.54	925.40	65.25	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	-802.95	0.00
18:00	-2296.48	226.37	15.96	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	-1565.19	0.00
19:00	-2404.86	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	16.98	-0.03	125.00	-1915.91	0.00
20:00	-2493.67	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	-0.03	125.00	-1933.58	0.00
21:00	-2568.51	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	11.63	-0.03	125.00	-2084.92	0.00
22:00	-2631.21	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	-0.04	81.00	-2184.50	0.00
23:00	-2691.36	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.05	81.00	-2352.66	0.00

#### 4.2.4 Octubre a diciembre

La Tabla 14 muestra los resultados obtenidos del análisis de los meses de octubre a diciembre. Durante estos meses cálidos, para mantener el ambiente de confort definido, el departamento requiere una potencia de calefacción promedio de 1.63 kW entre las 0:00 a 15:59 y de 18:00 a 23:59, en cuanto a enfriamiento se necesita una potencia promedio de 0.55 kW. La potencia por unidad de superficie promedio de calefacción para el edificio es de 34.84 W/m<sup>2</sup> y la máxima potencia por unidad de superficie de calefacción es de 53.81 W/m<sup>2</sup> entre las 05:00 y 05:59 horas.

Tabla 14: Balance térmico edificio de hormigón octubre a diciembre

	$\dot{Q}_c$ [W]	$\dot{Q}_{sr}$ [W]	$\dot{Q}_{str}$ [W]	$\dot{Q}_{vs}$ [W]	$\dot{Q}_{iii}$ [W]	$\dot{Q}_{ps}$ [W]	$\dot{Q}_{ie}$ [W]	$\dot{Q}_{vt}$ [W]	$\dot{Q}_{pt}$ [W]	Total Calefacción [W]	Total Enfriamiento [W]
0:00	-2285.04	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.03	81.00	-1966.57	0.00
1:00	-2357.54	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-2039.08	0.00
2:00	-2428.79	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.04	81.00	-2110.34	0.00
3:00	-2498.74	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2180.29	0.00
4:00	-2564.57	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2246.12	0.00
5:00	-2632.42	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	12.50	-0.05	81.00	-2313.97	0.00
6:00	-2639.00	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	63.50	-0.05	125.00	-2103.55	0.00
7:00	-2510.73	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	100.63	-0.05	125.00	-1938.16	0.00
8:00	-2313.26	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	19.13	-0.06	125.00	-1930.19	0.00
9:00	-2091.01	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-1710.09	0.00
10:00	-1879.52	0.00	0.00	-201.06	0.00	239.00	16.98	-0.06	125.00	-1699.67	0.00
11:00	-1693.89	0.00	0.00	-132.52	0.00	239.00	16.98	-0.05	125.00	-1445.49	0.00
12:00	-1548.21	0.00	150.83	-112.91	0.00	239.00	16.98	-0.04	125.00	-1129.36	0.00
13:00	-1431.83	0.00	157.94	-88.29	0.00	239.00	115.63	-0.03	125.00	-882.58	0.00
14:00	-1356.86	0.00	146.27	-100.00	0.00	239.00	39.75	-0.02	125.00	-906.86	0.00
15:00	-1328.89	0.00	129.40	-93.97	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-912.50	0.00
16:00	-1373.02	1930.61	136.12	-156.09	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	0.00	918.60
17:00	-1461.76	1174.45	82.81	0.00	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	0.00	176.46
18:00	-1584.09	465.58	32.83	0.00	0.00	239.00	16.98	0.00	125.00	-704.72	0.00
19:00	-1740.32	0.00	0.00	0.00	0.00	239.00	16.98	-0.01	125.00	-1359.35	0.00
20:00	-1891.36	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	88.13	-0.01	125.00	-1331.24	0.00
21:00	-2011.38	0.00	0.00	0.00	108.00	239.00	17.00	-0.01	125.00	-1522.39	0.00
22:00	-2110.87	0.00	0.00	0.00	108.00	225.00	32.75	-0.02	81.00	-1664.14	0.00
23:00	-2196.43	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00	32.75	-0.03	81.00	-1857.71	0.00

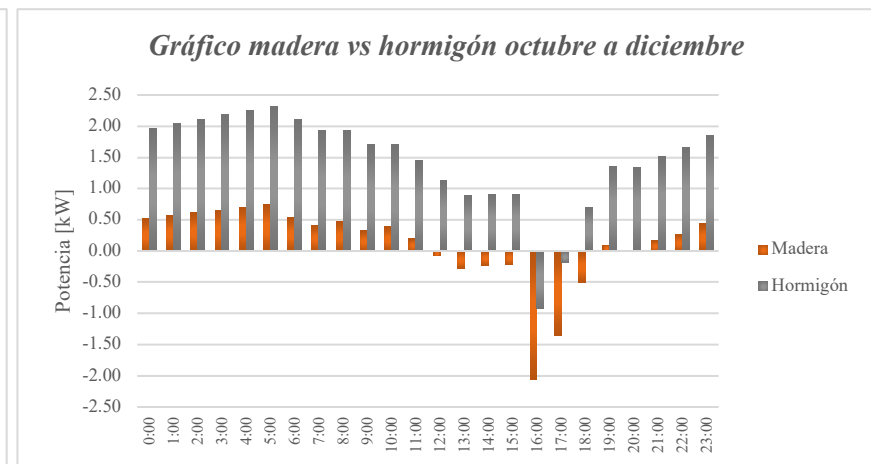
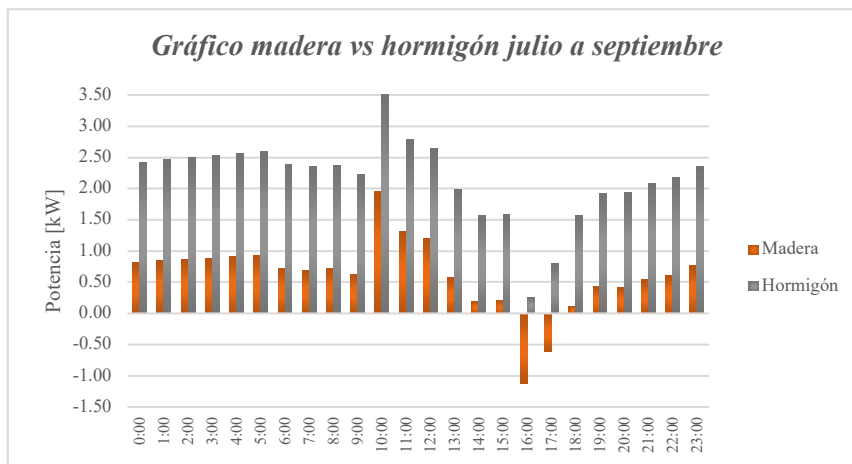
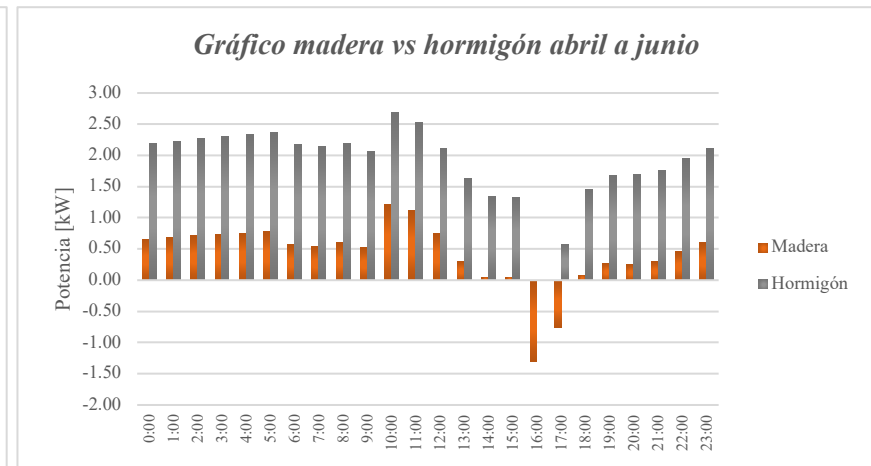
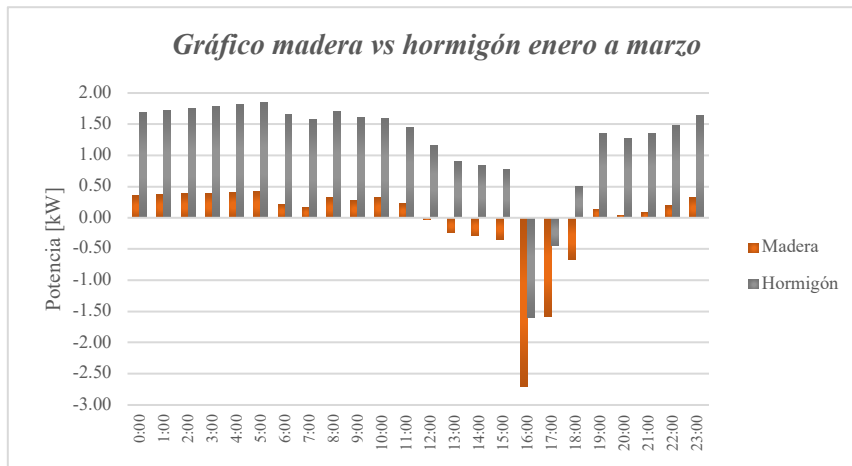
### 4.3 Resumen

La Tabla 15 muestra un resumen de los resultados obtenidos en este estudio.

Tabla 15: Tabla resumen balance térmico edificio de madera y hormigón en W/m<sup>2</sup>

	<i>Enero a marzo</i>				<i>Abril a junio</i>				<i>Julio a septiembre</i>				<i>Octubre a diciembre</i>			
	<i>Calefacción W/m<sup>2</sup></i>		<i>Enfriamiento W/m<sup>2</sup></i>		<i>Calefacción W/m<sup>2</sup></i>		<i>Enfriamiento W/m<sup>2</sup></i>		<i>Calefacción W/m<sup>2</sup></i>		<i>Enfriamiento W/m<sup>2</sup></i>		<i>Calefacción W/m<sup>2</sup></i>		<i>Enfriamiento W/m<sup>2</sup></i>	
	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón
0:00	-8.23	-39.29	0.00	0.00	-15.31	-50.79	0.00	0.00	-18.93	-56.29	0.00	0.00	-11.98	-45.73	0.00	0.00
1:00	-8.59	-40.05	0.00	0.00	-16.03	-51.88	0.00	0.00	-19.61	-57.32	0.00	0.00	-13.09	-47.42	0.00	0.00
2:00	-8.90	-40.72	0.00	0.00	-16.57	-52.71	0.00	0.00	-20.13	-58.12	0.00	0.00	-14.18	-49.08	0.00	0.00
3:00	-9.23	-41.42	0.00	0.00	-17.13	-53.56	0.00	0.00	-20.62	-58.85	0.00	0.00	-15.25	-50.70	0.00	0.00
4:00	-9.59	-42.19	0.00	0.00	-17.60	-54.27	0.00	0.00	-21.10	-59.59	0.00	0.00	-16.26	-52.24	0.00	0.00
5:00	-9.98	-43.03	0.00	0.00	-18.03	-54.93	0.00	0.00	-21.50	-60.19	0.00	0.00	-17.30	-53.81	0.00	0.00
6:00	-5.15	-38.45	0.00	0.00	-13.37	-50.46	0.00	0.00	-16.76	-55.62	0.00	0.00	-12.35	-48.92	0.00	0.00
7:00	-3.93	-36.82	0.00	0.00	-12.68	-49.87	0.00	0.00	-15.96	-54.85	0.00	0.00	-9.53	-45.07	0.00	0.00
8:00	-7.52	-39.49	0.00	0.00	-13.99	-50.87	0.00	0.00	-16.72	-55.02	0.00	0.00	-10.91	-44.89	0.00	0.00
9:00	-6.51	-37.27	0.00	0.00	-12.13	-48.02	0.00	0.00	-14.68	-51.90	0.00	0.00	-7.56	-39.77	0.00	0.00
10:00	-7.60	-37.14	0.00	0.00	-28.09	-62.52	0.00	0.00	-45.59	-81.44	0.00	0.00	-8.99	-39.53	0.00	0.00
11:00	-5.21	-33.59	0.00	0.00	-25.84	-58.71	0.00	0.00	-30.39	-64.92	0.00	0.00	-4.56	-33.62	0.00	0.00
12:00	0.00	-26.93	0.47	0.00	-17.45	-49.11	0.00	0.00	-27.97	-61.39	0.00	0.00	0.00	-26.26	1.64	0.00
13:00	0.00	-20.99	5.58	0.00	-7.12	-37.83	0.00	0.00	-13.52	-46.15	0.00	0.00	0.00	-20.53	6.45	0.00
14:00	0.00	-19.35	6.65	0.00	-0.83	-31.03	0.00	0.00	-4.57	-36.66	0.00	0.00	0.00	-21.09	5.29	0.00
15:00	0.00	-17.86	7.94	0.00	-1.04	-30.99	0.00	0.00	-4.85	-36.76	0.00	0.00	0.00	-21.22	4.94	0.00
16:00	0.00	0.00	62.98	36.99	0.00	0.00	30.43	0.24	0.00	-6.09	26.10	0.00	0.00	0.00	47.87	21.36
17:00	0.00	0.00	36.71	10.22	0.00	-13.43	17.56	0.00	0.00	-18.67	14.20	0.00	0.00	0.00	31.32	4.10
18:00	0.00	-11.73	15.46	0.00	-1.88	-33.91	0.00	0.00	-2.55	-36.40	0.00	0.00	0.00	-16.39	11.80	0.00
19:00	-3.28	-31.34	0.00	0.00	-6.29	-39.15	0.00	0.00	-9.85	-44.56	0.00	0.00	-2.19	-31.61	0.00	0.00
20:00	-0.74	-29.67	0.00	0.00	-5.90	-39.42	0.00	0.00	-9.55	-44.97	0.00	0.00	-0.33	-30.96	0.00	0.00
21:00	-1.87	-31.42	0.00	0.00	-6.98	-41.07	0.00	0.00	-12.48	-48.49	0.00	0.00	-3.82	-35.40	0.00	0.00
22:00	-4.42	-34.54	0.00	0.00	-10.64	-45.24	0.00	0.00	-14.30	-50.80	0.00	0.00	-6.33	-38.70	0.00	0.00
23:00	-7.39	-38.02	0.00	0.00	-14.03	-49.09	0.00	0.00	-17.73	-54.71	0.00	0.00	-10.15	-43.20	0.00	0.00

A continuación, se muestran los gráficos para la comparación del edificio con sus dos materialidades estructurales, de los cuales se puede observar que se obtuvo en resultado esperado, dejando en evidencia la gran diferencia en cuanto al comportamiento térmico del edificio, cabe destacar que el edificio de madera para los meses más fríos (Julio a septiembre) requiere de una potencia por unidad de superficie máxima de 45.59 kW/m<sup>2</sup> vs los 81.44 kW/m<sup>2</sup> que requiere el edificio de hormigón, esto corresponde a un 56% menos de potencia por unidad de superficie.



En la Figura 8 se puede observar que el edificio recibe el mayor aporte de calor mediante la carga interna por ocupante esto se debe al calor aportado por los habitantes al realizar ciertas actividades que ocurren durante todo el día, seguido de esta la carga que aporta mayor calor es la solar directa e indirecta que solo aporta al edificio durante las 16:00 a 19:59 horas. La mayor pérdida se produce a través de la envolvente como se puede observar en la Figura 9 y corresponde a un 93%.

CARGAS APORTANTES DE CALOR (MADERA)

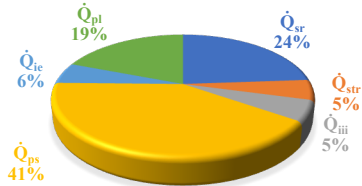


Figura 8: Gráfico cargas aportantes de calor.  
Fuente: Elaboración propia

CARGAS PÉRDIDA DE CALOR (MADERA)

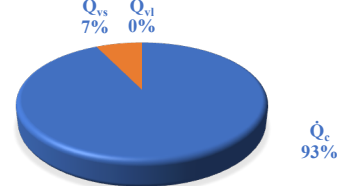


Figura 9: Gráfico pérdidas en carga de envolvente.  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10 se puede observar que el edificio recibe el mayor aporte de calor mediante la carga interna por ocupante esto se debe al calor aportado por los habitantes al realizar ciertas actividades, seguido de esta la carga que aporta mayor calor es la solar directa e indirecta. La mayor pérdida se produce a través de la envolvente como se puede observar en la Figura 11 y corresponde a un 97%.

CARGAS APORTANTES DE CALOR (HORMIGÓN)

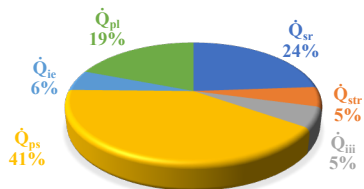


Figura 10: Gráfico cargas aportantes de calor.  
Fuente: Elaboración propia

CARGAS PÉRDIDA DE CALOR (HORMIGÓN)

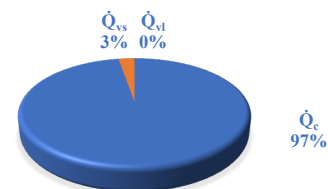


Figura 11: Gráfico pérdidas en carga de envolvente.  
Fuente: Elaboración propia

Como se pudo observar en las Figuras 9 y 11 el edificio en ambas materialidades la mayor pérdida se produce por la envolvente, por consiguiente las Figuras 12 y 13 confirma que esto ocurre a través del radier, que está construido por una capa de 20 cm de hormigón, el cual posee una alta conductividad térmica. Además para el caso del edificio de hormigón donde los muros exteriores están expuestos a una menor temperatura que el radier la gran diferencia se debe a la superficie que abarca el radier, que es significativa con respecto a la de los muros exteriores, es por esto que sigue siendo el radier la mayor pérdida de calor.

GRÁFICO PÉRDIDAS EN CARGA DE ENVOLVENTE (MADERA)

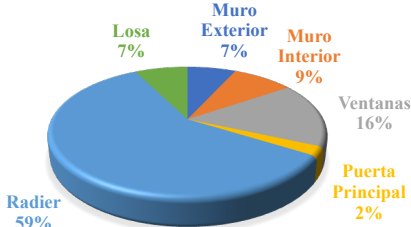


Figura 12: Gráfico pérdidas de carga en la envolvente  
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO PÉRDIDAS EN CARGA DE ENVOLVENTE (HORMIGÓN)

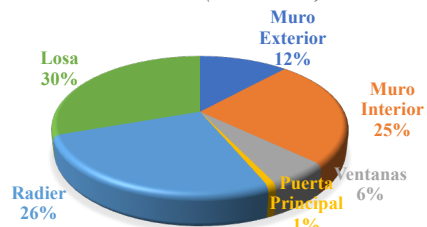


Figura 13: Gráfico pérdidas de carga en la envolvente  
Fuente: Elaboración propia

## 5. CONCLUSIONES

El departamento con materialidad estructural de madera posee una menor pérdida de calor frente al departamento de materialidad estructural de hormigón.

De acuerdo al balance térmico realizado, en caso de calefacción el departamento con materialidad principal de madera requiere para los meses más fríos (julio, agosto y septiembre) una potencia por unidad de superficie promedio de  $15.81 \text{ W/m}^2$  frente al departamento con materialidad principal hormigón que requiere un promedio de  $49.99 \text{ W/m}^2$ , por lo tanto, el departamento de madera requiere aproximadamente un 72% menos de potencia por unidad de superficie para calefacción.

La demanda de potencia en el edificio durante los meses más frío julio a septiembre es considerablemente mayor en el edificio con materialidad hormigón (y es necesaria durante todo el día a diferencia del edificio de madera que durante las 16:00 y 18:00 horas requiere de enfriamiento para mantener la temperatura de confort constante).

Acorde a los gráficos de carga en el edificio se infiere que el mayor aporte de calor es a través de la carga por ocupantes lo que puede variar dependiendo de los habitantes durante el día. También se determinó que la carga que más aporta en las pérdidas de calor es la envolvente.

Conforme al gráfico de pérdidas en carga de la envolvente se observa que la mayor pérdida de calor en el edificio de materialidad madera es a través del radier con un 59% esto se debe a la materialidad de hormigón la cual posee una mayor resistencia térmica, y la menor pérdida ocurre por la puerta principal del departamento, esto se debe a que el hall de acceso del edificio se encuentra totalmente cerrado por una mampara que ayuda a aislar de la temperatura exterior. Por otro lado, la mayor pérdida de calor en la envolvente para el edificio de hormigón se debe al radier y losa por sobre los muros exteriores, esto se debe a que el muro posee una plancha de Volcapol que ayuda en la transmitancia del muro y también se debe a que la superficie del radier es mayor a la de los muros exteriores.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**Instituto Nacional de Normalización. (2007).** “*NCh 853. Of 91 y 2007: Acondicionamiento térmico – Envoltura térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancia térmicas*”. Santiago, Chile.

**Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2016).** “*Manual de Acondicionamiento Térmico; una guía para el dueño de casa*”. Concepción, Chile: El Sur impresores.

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2006).** “*Manual de aplicación reglamentación térmica: Ordenanza general de urbanismo y construcciones*”. Santiago, Chile: Edicolor.

## 7. ANEXO 1

La Tabla 16 muestra el promedio de la radiación solar en  $W/m^2$  para la ciudad de San Pedro de la Paz donde se ubica el edificio. Los datos para la elaboración de la tabla se obtuvieron del explorador solar de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y se encuentran agrupados por hora y en 3 meses para realizar el cálculo de las cargas térmicas solares.

Tabla 16: Promedio de radiación solar

	<i>Enero - Marzo</i> <i>[W/m<sup>2</sup>]</i>	<i>Abril - Junio</i> <i>[W/m<sup>2</sup>]</i>	<i>Julio - Septiembre</i> <i>[W/m<sup>2</sup>]</i>	<i>Octubre - Diciembre</i> <i>[W/m<sup>2</sup>]</i>
<b>0:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>1:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>2:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>3:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>4:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>5:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>6:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>7:00</b>	0.37	0.00	2.31	34.33
<b>8:00</b>	137.49	39.30	62.48	181.21
<b>9:00</b>	317.57	176.25	194.32	346.40
<b>10:00</b>	481.45	285.96	307.30	484.13
<b>11:00</b>	640.98	393.40	401.13	604.60
<b>12:00</b>	744.44	446.03	448.62	693.51
<b>13:00</b>	794.83	487.99	459.59	726.19
<b>14:00</b>	776.84	456.48	440.37	672.56
<b>15:00</b>	702.34	429.32	416.54	594.96
<b>16:00</b>	573.33	333.71	329.12	470.42
<b>17:00</b>	386.32	222.60	225.49	286.17
<b>18:00</b>	184.38	27.48	55.16	113.45
<b>19:00</b>	8.52	0.00	0.00	0.00
<b>20:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>21:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>22:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>23:00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00

## 8. ANEXO 2

La Tabla 17 muestra el promedio de la temperatura en °C para la ciudad de San Pedro de la Paz donde se encuentra ubicado el edificio en estudio, se puede observar que el mayor promedio durante los meses más cálidos es de 21.32 °C y la mínima para los meses más fríos es de 8 °C. Los datos fueron obtenidos del explorador solar de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y se encuentran agrupados por hora en 3 meses para realizar los cálculos de la carga térmica de envolvente y carga térmica de ventilación.

Tabla 17: Temperatura promedio San Pedro de la Paz

	<b>Enero - Marzo</b> [°C]	<b>Abril - Junio</b> [°C]	<b>Julio - Septiembre</b> [°C]	<b>Octubre - Diciembre</b> [°C]
<b>0:00</b>	14.81	10.53	8.95	11.99
<b>1:00</b>	14.30	10.22	8.65	11.50
<b>2:00</b>	13.86	9.98	8.42	11.02
<b>3:00</b>	13.40	9.74	8.21	10.56
<b>4:00</b>	12.89	9.53	8.00	10.12
<b>5:00</b>	12.34	9.34	7.83	9.66
<b>6:00</b>	12.03	9.17	7.69	9.62
<b>7:00</b>	12.54	9.10	7.66	10.48
<b>8:00</b>	13.68	9.35	8.16	11.80
<b>9:00</b>	15.18	10.19	9.07	13.29
<b>10:00</b>	16.69	11.42	10.22	14.70
<b>11:00</b>	18.12	12.73	11.34	15.94
<b>12:00</b>	19.33	13.74	12.26	16.92
<b>13:00</b>	20.35	14.55	12.94	17.70
<b>14:00</b>	21.07	14.99	13.39	18.20
<b>15:00</b>	21.32	15.19	13.55	18.39
<b>16:00</b>	21.08	14.99	13.30	18.09
<b>17:00</b>	20.47	14.32	12.73	17.50
<b>18:00</b>	19.60	13.44	11.91	16.68
<b>19:00</b>	18.52	12.74	11.18	15.63
<b>20:00</b>	17.44	12.19	10.59	14.62
<b>21:00</b>	16.66	11.70	10.09	13.82
<b>22:00</b>	15.97	11.27	9.67	13.15
<b>23:00</b>	15.33	10.89	9.27	12.58

## 9. ANEXO 3

La Tabla 18 muestra las humedades promedio en % para la ciudad de San Pedro de la Paz donde se encuentra ubicado el edificio. Los datos para la elaboración de la tabla fueron obtenidos del explorador eólico de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y se encuentran agrupados por hora y en 3 meses para realizar los cálculos de la carga térmica latente de ventilación.

Tabla 18: Humedad promedio San Pedro de la Paz

	<i>Enero - Marzo</i> [%]	<i>Abril - Junio</i> [%]	<i>Julio - Septiembre</i> [%]	<i>Octubre - Diciembre</i> [%]
<b>0:00</b>	71	83	87	78
<b>1:00</b>	75	85	89	81
<b>2:00</b>	78	87	90	83
<b>3:00</b>	80	88	91	85
<b>4:00</b>	83	89	91	86
<b>5:00</b>	85	90	91	88
<b>6:00</b>	86	91	91	88
<b>7:00</b>	87	92	91	89
<b>8:00</b>	88	92	91	90
<b>9:00</b>	89	92	91	90
<b>10:00</b>	89	93	92	90
<b>11:00</b>	86	93	92	88
<b>12:00</b>	77	91	92	82
<b>13:00</b>	69	86	90	74
<b>14:00</b>	64	78	85	68
<b>15:00</b>	59	72	81	65
<b>16:00</b>	58	68	77	63
<b>17:00</b>	56	67	75	62
<b>18:00</b>	56	66	74	62
<b>19:00</b>	57	66	74	63
<b>20:00</b>	58	68	75	64
<b>21:00</b>	59	71	77	66
<b>22:00</b>	61	75	82	69
<b>23:00</b>	65	80	85	74

## 10.ANEXO 4

La Tabla 19 muestra las velocidades promedio del viento en m/s para la ciudad de San Pedro de la Paz donde se encuentra ubicado el edificio en estudio. Los datos fueron obtenidos del explorador eólico de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y estos se encuentran agrupados por hora y en 3 meses para realizar el cálculo de la carga térmica de ventilación.

Tabla 19: Velocidad promedio del viento en m/s proveniente desde el Oeste

	<i>Enero - Marzo</i> [m/s]	<i>Abril - Junio</i> [m/s]	<i>Julio - Septiembre</i> [m/s]	<i>Octubre - Diciembre</i> [m/s]
<b>0:00</b>	2.79	1.69	3.31	3.34
<b>1:00</b>	1.67	1.68	3.69	2.98
<b>2:00</b>	1.45	1.65	3.33	2.53
<b>3:00</b>	2.29	1.42	3.63	1.96
<b>4:00</b>	1.91	1.71	3.97	1.86
<b>5:00</b>	1.83	2.03	2.93	1.68
<b>6:00</b>	1.42	1.20	2.04	1.82
<b>7:00</b>	2.09	2.04	3.21	1.69
<b>8:00</b>	1.64	2.82	2.61	1.21
<b>9:00</b>	1.46	1.99	3.21	1.18
<b>10:00</b>	1.00	2.29	3.77	1.16
<b>11:00</b>	0.94	2.90	2.56	1.08
<b>12:00</b>	0.93	2.68	3.22	1.35
<b>13:00</b>	1.67	1.73	1.72	1.68
<b>14:00</b>	2.34	3.31	2.15	3.10
<b>15:00</b>	3.01	2.49	2.68	3.80
<b>16:00</b>	3.44	2.86	3.08	4.26
<b>17:00</b>	3.81	3.41	3.80	4.49
<b>18:00</b>	4.22	3.07	4.33	4.90
<b>19:00</b>	4.35	2.49	4.12	4.99
<b>20:00</b>	4.30	2.63	3.77	4.97
<b>21:00</b>	3.94	2.28	3.36	4.80
<b>22:00</b>	3.40	2.05	2.99	4.49
<b>23:00</b>	2.61	1.62	2.88	3.78