

2019

# PROPUESTA DE MEJORAMIENTO TÉRMICO CON PLACAS DE CORCHO AGLOMERADO PARA VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE CORONEL

ARRIAGADA LÓPEZ, VERÓNICA AURORA

---

<https://hdl.handle.net/11673/48940>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**PROPUESTA DE MEJORA TÉRMICA CON PLACAS DE CORCHO  
AGLOMERADO PARA VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE  
CORONEL**

Trabajo de Titulación para optar al Título  
de Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Alumnos:

Verónica Aurora Arriagada López

Frank Omar Cea Portiño

Profesor guía:

Sra. Angélica López

**2019**

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

El ser humano a lo largo de su historia siempre ha buscado la manera de poder refugiarse tanto del frío como del calor. Por esta razón la edificación de espacios habitables fue fundamental para aislarse de las altas y/o bajas temperaturas de la intemperie. Conforme han avanzado las civilizaciones también avanza el área de la construcción, y de la mano se crean y mejoran las normas referidas a este ámbito. En este caso, estableciendo parámetros mínimos para soluciones constructivas de aislación térmica dependiendo de cada país y zona climática.

Una buena aislación térmica se ve reflejada en el confort térmico y calidad de vida de los habitantes de una vivienda, teniendo un gasto económico menor destinado a calefaccionar y/o refrigerar en comparación con una vivienda con deficiencia de aislación.

Las placas de corcho aglomerado son una potente opción como aislante natural por sus propiedades térmicas, su impacto ambiental es favorable y sustentable. Por lo que nuestro proyecto se basa en la propuesta y presupuesto para la implementación de corcho aglomerado en una vivienda ubicada en la comuna de Coronel.

## INDICE DE CONTENIDOS

### Contenido

RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	6
PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO .....	7
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	7
METODOLOGÍA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO .....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
MARCO TEÓRICO .....	9
MARCO NORMATIVO .....	11
CAPÍTULO I: EL CORCHO AGLOMERADO COMO AISLANTE TÉRMICO .....	13
1. CORCHO NATURAL AGLOMERADO .....	14
1.1. MATERIA PRIMA .....	14
1.2. FABRICACIÓN DEL CORCHO AGLOMERADO.....	16
1.3. PROPIEDADES DEL CORCHO AGLOMERADO .....	17
1.4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS, MECÁNICAS, TÉRMICAS Y DE APLICACIÓN DEL CORCHO AGLOMERADO .....	20
1.5. DISTRIBUIDOR EN CHILE .....	22
1.6. INSTALACIÓN DEL CORCHO AGLOMERADO EN VIVIENDA .....	23
1.7. IMPACTO AMBIENTAL .....	24
CAPÍTULO II: .....	25
EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN TÉRMICA ACTUAL DE LA VIVIENDA Y SITUACIÓN CLIMÁTICA DE LA COMUNA DE CORONEL .....	25
2.1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA.....	26
2.2. PLANO DE LA VIVIENDA A ANALIZAR.....	27
2.3. ANÁLISIS MATERIALIDAD DE LA VIVIENDA.....	30
2.4. REGISTRO DE TEMPERATURAS EN LA ZONA DE CORONEL .....	32
2.5. ANÁLISIS EÓLICO DE LA VIVIENDA.....	34
2.6. ESTUDIO DE ASOLEAMIENTO DE LA VIVIENDA .....	39
2.7. CÁLCULOS TÉRMICOS DE LA VIVIENDA .....	42
CAPÍTULO III: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO TÉRMICO CON CORCHO AGLOMERADO .....	52
3.1. PLACAS DE CORCHO AGLOMERADO COMO SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE AISLACIÓN TÉRMICA.....	53
3.2. UBICACIONES DE USO DEL CORCHO AGLOMERADO COMO AISLANTE TÉRMICO. ..	56
3.2. IMPLEMENTACIÓN TEÓRICA DE CORCHO AGLOMERADO COMO AISLANTE TÉRMICO EN ENVOLVENTE DE VIVIENDA .....	59
3.3. CÁLCULOS TÉRMICOS DE LA VIVIENDA INCORPORANDO EL CORCHO AGLOMERADO .....	62
CAPÍTULO 4: .....	67
PRESUPUESTO PARA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO TÉRMICO, IMPLEMENTANDO CORCHO AGLOMERADO EN LA VIVIENDA .....	67
4.1. PROYECTO: “IMPLEMENTACIÓN DE CORCHO AGLOMERADO EN VIVIENDA COMO SOLUCIÓN TÉRMICA” .....	68

4.2. PARTIDAS DEL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE CORCHO AGLOMERADO EN VIVIENDA .....	69
4.3. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO .....	71
4.4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	76
CONCLUSIONES .....	77
BIBLIOGRAFÍA .....	78
LINKOGRAFÍA:.....	78

## INDICE DE FIGURAS

1-1 Alcornoque.....	Pág. 14
1-2 Extracción del corcho.....	Pág. 15
1-3 Acopio de la corteza del alcornoque.....	Pág. 16
1-4 Placa de corcho aglomerado.....	Pág. 17
1-5 Logo empresa distribuidora de corcho aglomerado en Chile .....	Pág. 22
1-6 Logo empresa Decocork, distribuidora de corcho aglomerado en España.....	Pág. 22
1-7 Logo empresa Barnacork, distribuidora y fabricante de corcho aglomerado.....	Pág. 22
1-8 Colocación de adhesivo de contacto en placas de corcho aglomerado.....	Pág. 22
2-1 Ubicación satelital de vivienda.....	Pág. 26
2-2 Plano de planta animado.....	Pág. 26
2-3 Plano de planta de vivienda.....	Pág. 27
2-4 Vista 3D exterior de vivienda.....	Pág. 28
2-5 Vista 3D del interior de la vivienda.....	Pág.
2-6 Materialidad muros perimetrales zona húmeda.....	Pág.
2-7 Corte en complejo de techumbre de zona húmeda, materialidad.....	Pág. 31
2-8 Corte muro perimetral tabiquería de madera, materialidad.....	Pág. 31
2-11 Promedio de la temperatura para cada mes y hora.....	Pág. 33
2-12 Ciclo de vientos anual.....	Pág. 35
2-13 Ciclo de vientos diario.....	Pág. 35
2-14 Orientación anual de los vientos.....	Pág. 36
2-15 Orientacion de los vientos según estación.....	Pág. 37
2-16 Velocidad de viento en la comuna de Coronel.....	Pág.38
2-17 Asoleamiento vivienda.....	Pág.39
2-18 Radiación global horizontal.....	Pág.39
2-19 Porcentaje de la hora con sombras durante cada mes.....	Pág.40
2-20 Promedio de la radiación global horizontal para cada hora y mes.....	Pág.41

2-21 Resistencias térmicas de superficie.....	Pág.42
2-22 Transmitancia térmica de un elemento homogéneo.....	Pág.42
2-23 Transmitancia térmica de un elemento heterogéneo.....	Pág.43
2-24 Transmitancia mínima en envolvente térmica según zonificación.....	Pág.43
2-25 Zonificación térmica en Chile.....	Pág.44
2-26 Corte muro perimetral zona húmeda, Transmitancia térmica.....	Pág.45
2-27 Transmitancia térmica techumbre zona húmeda.....	Pág.47
2-28 Corte muro perimetral actual, transmitancia térmica.....	Pág.48
2-29 Corte complejo de techumbre zona seca, materialidad.....	Pág.50
3-1 Condiciones termohigrométricas.....	Pág.53
3-3 Implementacion corcho aglomerado en piso.....	Pág.56
3-4 Implementación corcho aglomerado en piso3D.....	Pág.56
3-5 Implementación del corcho aglomerado en paredes.....	Pág.57
3-6 Implementación de corcho aglomerado en pared de albañilería .....	Pág.57
[3-7] Implementación corcho aglomerado en cubierta.....	Pág.58
3-8 Transmitancia térmica máxima de muros perimetrales, Actualización.....	Pág.59
3-9 Transmitancia térmica máxima en cielo, Actualización P.D.A.....	Pág.59
3-10 Transmitancia térmica mínima en pisos, Actualización P.D.A.....	Pág.60
3-11 Corte muro de tabiquería zona seca con corcho aglomerado incluido.....	Pág.60
3-12 Corte complejo de techumbre a intervenir, materialidad.....	Pág.61
3-13 Corte de muro perimetral a intervenir, elemento heterogéneo.....	Pág.62
3-14 Corte de complejo de techumbre, elemento heterogéneo.....	Pág.64

## **INDICE DE GRÁFICOS**

2-9 Gráfico de temperaturas máximas anuales en la comuna de Coronel.....	Pág.32
2-10 Gráfico temperaturas mínimas anuales de la comuna de Coronel.....	Pág.33
3-2 Consumo de energía en distintas ciudades de Chile antes y después de la reglamentación térmica 2007. ....	Pág. 54

## **EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Una vivienda con deficiencias de aislación puede tener diversas consecuencias. Por una parte, se ve afectada en su confort térmico y en la calidad de vida de quienes viven en ella, también puede conllevar problemas de salud para los habitantes por la pérdida de calor que se genera en la vivienda.

En Chile existen parámetros mínimos establecidos por los cuales hay que regirse para elegir una solución térmica para una vivienda variando según zona geográfica, dichos parámetros son dictados por la Nch 853 Of 2007, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) en su artículo 4.1.10. y en la nueva propuesta de reglamentación térmica PDA para la región del Bío Bío, prontamente a oficializarse.

Por ende, las viviendas construidas antes de oficializarse esta reglamentación, no se rigieron bajo la norma de acondicionamiento térmico establecidos. De acuerdo a lo anterior, elegimos una vivienda con las características mencionadas, ubicada en la comuna de Coronel. Con la finalidad de efectuar un análisis a su situación térmica actual y proponer una solución constructiva de aislación térmica a base de placas de corcho aglomerado, que se rija por lo estipulado tanto en la reglamentación actual, como en la actualización del plan de descontaminación ambiental, prontamente a oficializarse.

## **PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO**

- ¿Podrá el corcho aglomerado optimizar el acondicionamiento térmico de una vivienda?
- ¿Cumplirá nuestra vivienda con la normativa actual y P.D.A. incorporando placas de corcho aglomerado?

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Como constructores al momento de edificar debe ser primordial la elección del material que utilizaremos para aislar una vivienda, ya que de esto depende la calidad de vida y el confort térmico de quienes habitarán en ella.

A fines del presente año (2019) se actualizará la reglamentación térmica debido a un plan de descontaminación ambiental que se llevará a cabo en la región del Bío Bío, siendo más exigente en la Transmitancia térmica de la envolvente de una vivienda. Así como también una zonificación más rigurosa.

Por esta razón, nuestro proyecto se basa en el análisis de la situación térmica actual de una vivienda ubicada en la comuna de Coronel, proponiendo un mejoramiento térmico en la envolvente de dicha vivienda, que cumpla con la normativa actual y el P.D.A.

Es importante visibilizar como alternativa la utilización de un material eficiente, amigable con el medio ambiente, y sustentable. Por lo cual el corcho aglomerado debido a sus propiedades y características, cumple con estos estándares. De acuerdo a lo anterior, nuestra propuesta de mejoramiento térmico se basará en la implementación de placas de corcho aglomerado en la envolvente de esta vivienda.

## **METODOLOGÍA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO**

- Recopilar información sobre normativas vigentes de aislación térmica en una vivienda.
- Elección de una vivienda que haya sido construida antes del año 2000 con fines de estudios de Transmitancia térmica.
- Recopilación de información sobre el corcho aglomerado, sus propiedades y utilidades como aislante térmico.
- Realizar cálculos térmicos actuales de la envolvente de la vivienda, rigiéndose según lo estipulado en la norma NCh 853 of 2007.
- Comparar resultados obtenidos con lo señalado tanto en la OGUC en su artículo 4.1.10, como también en la nueva propuesta de reglamentación térmica (P.D.A.).
- Realizar los mismos cálculos anterior añadiendo teóricamente placas de corcho aglomerado en su envolvente.
- Comparar los resultados obtenidos con los señalado en la reglamentación térmica vigente y P.D.A.
- Realizar el presupuesto de mejoramiento térmico para la vivienda en cuestión.
- Cotizar materiales y mano de obra para realizar el A.P.U. para cada partida de la obra.
- Incluir los porcentajes de utilidades, gastos generales e I.V.A.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Proponer un mejoramiento térmico con corcho aglomerado para una vivienda ubicada en la comuna de Coronel.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Señalar las características y propiedades de corcho aglomerado como aislante térmico.
- Exponer las condiciones térmicas actuales de la vivienda y las condiciones climáticas en la comuna de Coronel.
- Plantear un mejoramiento térmico para la vivienda a base de corcho aglomerado.
- Elaborar un presupuesto de la propuesta de mejoramiento térmico con corcho aglomerado, para la vivienda

## **MARCO TEÓRICO**

### **Aislación térmica**

Es la capacidad que tiene un material para oponerse al paso del calor, se refiere al intercambio de energía calórica entre el ambiente interior y el exterior.

### **Puentes térmicos**

Lugar donde se rompe la superficie aislante, es una zona puntual de una vivienda en donde escapa el calor a una zona aledaña.

### **Resistencia térmica**

Representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor, se mide en  $W/m^2 \cdot K$ .

### **Transmitancia térmica**

Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas ente los dos ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en  $W/(m^2 \times K)$ .

### **Conductividad térmica**

Cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en  $W/(m \times K)$ .

### **Barrera de humedad**

Lámina o capa que tiene la propiedad de impedir el paso de agua a través del mismo.

**Complejo de techumbre**

Conjunto de elementos constructivos que conforman una techumbre, tales como: cielo, cubierta, aislante térmico, cadenetas y vigas.

**Complejo de muro:** conjunto de elementos constructivos que conforman el muro y cuyo plano de terminación interior tiene una inclinación de más de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal.

**Complejo de piso ventilado**

Conjunto de elementos constructivos que conforman el piso que no están en contacto directo con el terreno.

**R 100**

Según la norma NCh 2251.Of94, es la resistencia térmica que presenta un material o elemento de construcción, multiplicado por 100.

**Resistencia térmica de una cámara de aire no ventilada (RG)**

Resistencia térmica que presenta una masa de aire confinado (cámara de aire). Se determina experimentalmente por medio de la norma NCh 851.Of83 y se expresa en m<sup>2</sup>K/W.

## MARCO NORMATIVO

### Artículo 4.1.10. OGUC

Todas las viviendas deberán cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico en su envolvente, según zonificación.

### PDA Reglamentación térmica

Actualización al artículo 4.1.10, con una mejora y rigurosidad en la aislación térmica de una vivienda, y una zonificación más detallada.



### **NCh853 of 2007 Acondicionamiento térmico: Envolvente térmica de edificios - cálculo de resistencias y Transmitancia térmica.**

Esta norma establece los procedimientos de cálculo para determinar las resistencias y Transmitancia térmica de elementos constructivos, en particular los de la envolvente térmica, tales como muros perimetrales, complejos de techumbres y pisos, y en general, cualquier otro elemento que separe ambientes de temperaturas distintas.

Los valores determinados según esta norma son útiles para el cálculo de transmisión de calor, potencia de calefacción, refrigeración, energía térmica y aislaciones térmicas de envolventes en la edificación.

**NCh. 2251 of 2010. Aislación térmica: Requisitos de rotulación de materiales aislantes.**

Esta norma establece los requisitos de rotulación que deben cumplir los materiales aislantes térmicos, de cualquier origen o procedencia, que faciliten su identificación, inspección y un adecuado uso.

Esta norma es aplicable a materiales aislantes térmicos utilizados en la envolvente térmica de la vivienda, como también, se puede aplicar a materiales aislantes térmicos que se utilicen para separar ambientes de temperaturas distintas.

## **CAPÍTULO I: EL CORCHO AGLOMERADO COMO AISLANTE TÉRMICO**

## **1. CORCHO NATURAL AGLOMERADO**

### **1.1. MATERIA PRIMA**

El corcho natural es un material de origen vegetal, con propiedades y características únicas. Su única materia prima es la cáscara del alcornocal.

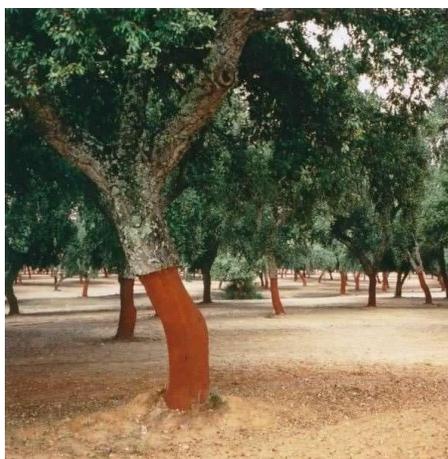
#### **1.1.1. Alcornoque**

El corcho natural es un material de origen vegetal, con propiedades y características únicas, su materia prima es la corteza del alcornocal, caracterizada por ser gruesa y rugosa. El alcornoque es un árbol de porte medio, de hoja perenne, originario de Europa y del norte de África. Los alcornocales cubren una superficie de 2,5 millones de hectáreas en estos países. que fijan 5 millones de toneladas de CO2 al año.

Portugal tiene el 50 % de la producción mundial, y en este país la tala está prohibida excepto por gestión forestal o para árboles viejos e improductivos.

Con los años la corteza del alcornoque va aumentando su diámetro, entre los 9 y 14 años puede llegar a alcanzar un grosor considerable, siendo este el punto óptimo de extracción para elaborar el corcho.

El alcornoque vive un lapso de 150 a 250 años. Cuando el árbol alcanza la edad entre 30 y 50 años, se puede realizar la primera extracción de su corteza. A esta corteza se le denomina como Corcho bornizo. Luego de esta primera recolección se debe extraer cada 9 a 14 años. Al extraer solo la cáscara del árbol, permite su regeneración durante toda su vida. Es una materia prima renovable y excepcionalmente sostenible.



Alcornoque [1-1]

### 1.1.2. Extracción

Esta práctica se llama “saca de corcho” y popularmente se denomina la “saca” o “pela”. Dicha extracción se debe realizar durante la época de verano, ya que en esta estación del año el árbol se encuentra en plena actividad vegetativa corcho puede ser separado del árbol sin dañarlo.

A pesar de los avances de la tecnología sigue siendo una actividad realizada manualmente. Los trabajadores (corcheros o peladores) extraen la cáscara del alcornoque cortando con un hacha y uniendo las grietas verticales del corcho. Así retiran las planchas de corcho, denominándose como la pela del alcornoque.



Extracción del corcho[1-2]

A la edad de 30 a 60 años se extrae la primera recolección del corcho, el parámetro mínimo es cuando el árbol tenga una circunferencia altura de pecho (CAP) mayor de 60 cm sobre corcho. Este primer corcho se denomina "corcho bornizo", patrón o corcho de belenes, sólo válido para la elaboración de elementos decorativos y aislamientos termo acústicos, dada la dificultad de separar del corcho la fina corteza leñosa externa de color grisáceo, por lo que no se puede utilizar para aglomerados ni para uso alimentario (como, por ejemplo, en tapones de vino), ya que no cumple la calidad necesaria.

Entre nueve y catorce años después, según la zona, se produce el segundo descorche, del cual se obtiene un material llamado “corcho secundario” que cuenta con una estructura regular menos dura pero aún no es válido para la producción de tapones.

Desde la tercera saca en adelante cuando el árbol tiene entre 40 y 50 años, es cuando se logra obtener el corcho con las propiedades adecuadas para una producción de calidad, ya que éste presenta una estructura mucho más regular con costados y bases lisas, denominado “corcho amadia o de reproducción”. A partir de este momento, el alcornoque proporcionará cada entre 9 a 14 años, corcho de buena calidad. Su explotación durará un promedio de 150 años, lo que equivale a unas 14-15 sacas de corcho para un ciclo de vida normal en un alcornoque.

### 1.1.3. Acopio y tratamiento del corcho post extracción

Después de extraer la corteza del alcornoque, se procede a acopiar el material. Las cortezas se apilan al aire libre aproximadamente 6 meses, de esta manera el corcho pierde humedad y su composición se vuelve más homogénea.



Acopio de la corteza del alcornoque [1-3]

Existen fundamentalmente dos procesos distintos para el tratamiento del corcho. El primero de ellos es el utilizado para la creación del tapón de corcho de las botellas. Por lo cual a nosotros nos interesa saber sobre el segundo proceso. El corcho de peor calidad y los restos de las planchas de buen corcho se limpian, trituran, aglutinan y prensan para obtener un aglomerado de corcho en diversas presentaciones: gránulos, planchas, rollos, barras, u otras formas geométricas. aislante, paneles, etc.

## **1.2. FABRICACIÓN DEL CORCHO AGLOMERADO.**

Para proceder a la fabricación del corcho aglomerado primero damos paso a la aglutinación o compresión del corcho extraído, el cual anteriormente es seleccionado y eventualmente separado del corcho de buena calidad, más los restos del corcho de buena calidad que no fueron utilizados para la fabricación de corchos de botella.

Después de concluir la aglutinación queda con una consistencia granulada, este granulado se junta en cantidad específica espesor, se prensa, siendo su propia resina quien cumple como pegamento.

La primera extracción del árbol denominada como corcho bornizo también puede ser utilizado para fabricar corcho aglomerado ya que es apto como aislante acústico y térmico, pero no apto para la fabricación de tapones.



Placa de corcho aglomerado [1-4]

### **1.3. PROPIEDADES DEL CORCHO AGLOMERADO**

#### **1.3.1. Durabilidad**

El aglomerado puro de corcho extraído del alcornoque permanece en perfectas condiciones manteniendo sus propiedades de aislamiento intactas durante decenas de años. Tarda en degradarse más de 100 años aproximadamente.

#### **1.3.2. Resistencia al fuego.**

Cuando se habla de resistencia al fuego, el corcho, tanto natural como aglomerado, es de combustión lenta, genera poco calor y solo se convierte en carbón, apenas produciendo humo. Incluso puede llegar a ser incombustible si ha estado sometido a tratamientos específicos para esta finalidad. Además, puede soportar altas temperaturas de hasta 120°C y al no desprender vapores tóxicos al momento de combustionarse lo hace un material mucho más amigable con el medio ambiente.

#### **1.3.3. Ligereza.**

El corcho se caracteriza por su conformación de células poliédricas, vacías en su interior, estrechamente ligadas unas a otras, que componen el tejido suberoso (aproximadamente el 80% de su volumen es gas, sobre todo nitrógeno).

Su mejor manejabilidad y mayor ligereza debido a lo anterior mencionado, significa que tiene una densidad baja, comprendida entre 0,12 y 0,24 Kg/litro, con un peso específico entre 0,13 y 0,25 g/cm<sup>3</sup>. Lo que lo hace un material mucho más fácil de transportar y colocar en relación a su peso.

#### 1.3.4. Impermeabilidad.

Una de las problemáticas más usuales a lo que se enfrenta el área de la construcción en relación a los aislantes térmicos, es el de la humedad. Ya que un material húmedo aumenta su conductividad, llegando a ser nulas sus propiedades de aislamiento.

En el caso del corcho aglomerado la suberina presente en las células que conforman este material, lo hacen impermeable tanto a los líquidos como los gases, permitiendo conservar la capacidad aislante óptima de dicho material.

#### 1.3.5. Compresibilidad y elasticidad.

El corcho es el único cuerpo sólido con la propiedad de ser comprimido sin una dilatación lateral. Así también recupera hasta el 85% de su volumen inicial 24 horas después de haber sido sometido a una presión. Esto genera que la resistencia al desgaste que tiene el corcho sea también más alta. Ambas propiedades varían su función de hidratación y temperatura del corcho. Dependiendo a su vez, de la forma de sus células, el espesor, de las paredes celulares y a la composición de las mismas.

#### 1.3.6. Composición química

La constitución del corcho consta de las siguientes sustancias:

##### 1.3.6.1. Suberina

Su composición consta del 45%, sus principales componentes son los ácidos grasos (ácido felúrico, esteárico y felónico), alcoholes y oxiácidos. La suberina le confiere el carácter hidrófobo a la célula del corcho, además de protegerla de patógenos externos, evitar la evaporación de agua, e intervenir en la cicatrización de heridas.

##### 1.3.6.2. Lignina

Su composición consta del 27%, es un polímero compuesto por alcoholes aromáticos, sobre todo el alcohol coniferílico, alcohol sinapílico y alcohol p-hidroxicinámico, cuya misión es dar rigidez e impermeabilidad a la membrana celular.

#### 1.3.6.3. Celulosa y polisacáridos

Su composición consta del 12%, la celulosa forma microfibrillas rígidas que permiten al corcho obtener resistencia frente al estiramiento.

#### 1.3.6.4. Taninos

Su composición consta del 6%, son sustancias polifenólicas, formadas por el catecol, orcinol y ácido gálico, se unen a las proteínas volviéndose insolubles e imputrescibles, por ello el corcho no se corrompe y es imputrescible.

#### 1.3.6.5. Ceroides.

Su composición consta del 5%, son ácidos grasos, sobre todo la serina, ácido betulico y betulina, y suya es la responsabilidad de que el corcho sea impermeable.

#### 1.3.6.6. Otros constituyentes.

Materias minerales que están representados por sodio, potasio, magnesio, aluminio, hierro, manganeso, silicio, fósforo, bario, estroncio y trazas de litio, cobre, cromo y titanio. El agua representa entre el 3 y el 10 %, dependiendo de las condiciones de almacenamiento. La glicerina forma parte de la suberina y su porcentaje varía de acuerdo a la edad del árbol.

todo lo anterior consta del 6% de la composición restante.

#### 1.3.7. Aislante térmico.

Gracias a las propiedades que tiene el corcho lo hacen un material aislante más polivalente en comparación a otros materiales con las mismas funciones en el sector de la construcción

Tiene una conductividad térmica de 0,037 W/mK, convirtiéndolo en uno de los mejores aislantes térmicos, esta cualidad se ve implementada por su gran resistencia hacia la humedad, su durabilidad, siendo un material inodoro, higiénico y compacto.

## **1.4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS, MECÁNICAS, TÉRMICAS Y DE APLICACIÓN DEL CORCHO AGLOMERADO**

### 1.4.1. Características constructivas

<b>Materiales</b>	Corcho aglomerado
<b>Aglutinamiento</b>	Sin aditivos
<b>Densidad</b>	100/120 Kg/m <sup>3</sup>

(Elaboración propia, con datos obtenidos de Barnacork, empresa fabricante de corcho aglomerado)

### 1.4.2. Características mecánicas

<b>Resistencia a la flexión</b>	0,2 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión</b>	1,8 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión (10% deformación)</b>	100 KPA
<b>Resistencia a la tracción</b>	0,94 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la tracción perpendicular</b>	50 KPA
<b>Tensión de compresión</b>	178 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidad</b>	5 N/mm <sup>2</sup>
<b>Límite de elasticidad</b>	1 Kg/cm <sup>2</sup>

(Elaboración propia, con datos obtenidos de Barnacork, empresa fabricante de corcho aglomerado)

### 1.4.3. Características térmicas

<b>Coefficiente de conductividad térmica</b>	0,037/0,04 W/m*K
<b>Calor específico</b>	1,67 Kj/Kg °C
<b>Coefficiente de dilatación térmica</b>	25 a 50 x 10 <sup>-6</sup>
<b>Contenido en agua</b>	0,004 g/cm <sup>3</sup>

(Elaboración propia, con datos obtenidos de Barnacork, empresa fabricante de corcho aglomerado)

#### 1.4.3.1. Valores de resistencia térmica

<b>Espesor</b>	<b>Rt (m2.°C/w)</b>	<b>Espesor</b>	<b>Rt (m2.°C/w)</b>	<b>Espesor</b>	<b>Rt (m2.°C/w)</b>
20mm	0,50	50mm	1,25	100mm	2,5
30mm	0,75	60mm	1.5	120mm	3
40mm	1,00	80mm	2	150mm	3,75

(Elaboración propia, con datos obtenidos de Barnacork, empresa fabricante de corcho aglomerado)

#### 1.4.4. Características de aplicación

<b>Olor</b>	No persiste y no tóxico
<b>Temperatura de utilización</b>	-200°C a 130°C
<b>Estabilidad dimensional</b>	Completamente estable, ni contrae ni dilata
<b>Envejecimiento</b>	Inalterable
<b>Resistencia a insecto y roedores</b>	Inatacable
<b>Acción corrosiva</b>	No presenta
<b>Resistencia a disolventes</b>	Inatacable
<b>Comportamiento al agua en ebullición</b>	No se disgrega
<b>Combustión</b>	Lenta, no libera compuestos tóxicos
<b>Volatilidad a 100°C</b>	Ninguna evaporación tóxica o inflamable

(Elaboración propia, con datos obtenidos de Barnacork, empresa fabricante de corcho aglomerado)

## 1.5. DISTRIBUIDOR EN CHILE

En Chile existe sólo una empresa dedicada a la distribución de productos de corcho aglomerado a lo largo del país.

CORCHOS CHILE S.L. Con su casa matriz ubicada en San Miguel, Santiago.



Logo empresa distribuidora de corcho aglomerado en Chile [1-5]

Distribuyen los productos que originalmente son fabricados y puestos a la venta en España, por la empresa DECOCORK S.A.



Logo empresa Decocork, distribuidora de corcho aglomerado en España [1-6]

Esta empresa también realiza pedidos directos a América, dependiendo de la cantidad de material que se estime a comprar y de la compatibilidad con la forma de pago. Al igual que barnacork, empresa que fabrica y distribuye el corcho aglomerado.



Logo empresa Barnacork, distribuidora y fabricante de corcho aglomerado en España y América Latina. [1-7]

## **1.6. INSTALACIÓN DEL CORCHO AGLOMERADO EN VIVIENDA**

### **1.6.1. Preparación previa a instalación del corcho aglomerado**

El primer paso que debemos realizar antes de comenzar es medir la superficie que queremos cubrir para calcular el número de plaquetas a adquirir. Debemos tener en cuenta añadir entre un 5 y un 10% de más para prever el desecho producido por los cortes de encaje. Una vez tengamos el material deberemos desempaquetarlo y dejarlo un mínimo de un día para que se aclimate a la temperatura y humedad, evitando así sorpresas futuras por la posible dilatación y compresión de las plaquetas de corcho. Mientras tanto procederemos al preparado de la pared, esto implica la limpieza de posibles suciedades, también eliminando los clavos que se puedan presentar.

### **1.6.2. Instalación de las placas de corcho aglomerado**

Una vez tengamos la pared preparada y las placas desempaquetadas y adaptadas a la temperatura de la habitación donde van a estar ubicadas de ahora en adelante, procederemos a instalar estas placas mediante una unión con adhesivo en el caso de que estas placas cumplan la función de revestimiento. Para adherir las placas de corcho aglomerado a la pared utilizaremos una brocha para extender de manera uniforme el adhesivo de contacto. Por un lado, extenderemos adhesivo sobre la pared para unas tres o cuatro plaquetas, y a continuación aplicaremos el pegamento sobre la parte posterior del corcho. Después de esperar a que el pegamento esté casi seco al contacto con la yema del dedo, colocaremos la plaqueta en su lugar, procurando no desplazarla después que las dos capas de cola entren en contacto. Este tipo de pegamento seca muy rápido, pero la adherencia se efectúa por presión, es decir, cuanto más fuerte presionemos las superficies, tanto mejor quedarán adheridas. Por ello mejoraremos considerablemente el pegado si golpeamos con un mazo de goma sobre la superficie de la plaqueta.



Colocación de adhesivo de contacto en placas de corcho aglomerado [1-8] (Fuente: Barnacork)

## **1.7. IMPACTO AMBIENTAL**

El corcho aglomerado tiene un impacto ambiental positivo para el planeta, ya que por sus características es un producto amigable para el medio ambiente y autosustentable. Los bosques alcornoques significan un gran almacén de CO<sub>2</sub> contenido en el aire.

*“SOUSA PIMENTEL (1888). Describe cómo aprovechar la regeneración espontánea de alcornoque, que se produce cuando las condiciones del suelo y clima son inadecuadas, Propone la realización de desbroces de matorral, seguido de la quema de los restos del mismo, Según el autor, esta liberación de la competencia sumado a la fertilización que supone el aporte de cenizas, acelera el desarrollo de los jóvenes alcornoques”* (E. Torres Álvarez, 2010)

Como material en sí, la extracción de su materia prima es sustentable, ya que no se debe talar el árbol para recolectar su corteza, y regenerándose con el paso de los años. El aumento de su demanda es directamente proporcional a los cuidados y mantenciones de los bosques alcornoques, lo que se ve reflejado en su fauna ya que estos bosques dan cobijo a especies emblemáticas y amenazadas de los ecosistemas mediterráneos, como el águila imperial y otras rapaces diurnas y nocturnas, la cigüeña, el lince ibérico, el meloncillo, el camaleón, la gineta y el ciervo de Berbería (el único ciervo africano). Además, millones de aves migradoras invernan aquí. Por lo cual la conservación de dichos bosques es crucial para mantener estas especies protegidas.

**CAPÍTULO II:**

**EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN TÉRMICA ACTUAL DE LA VIVIENDA Y  
SITUACIÓN CLIMÁTICA DE LA COMUNA DE CORONEL**

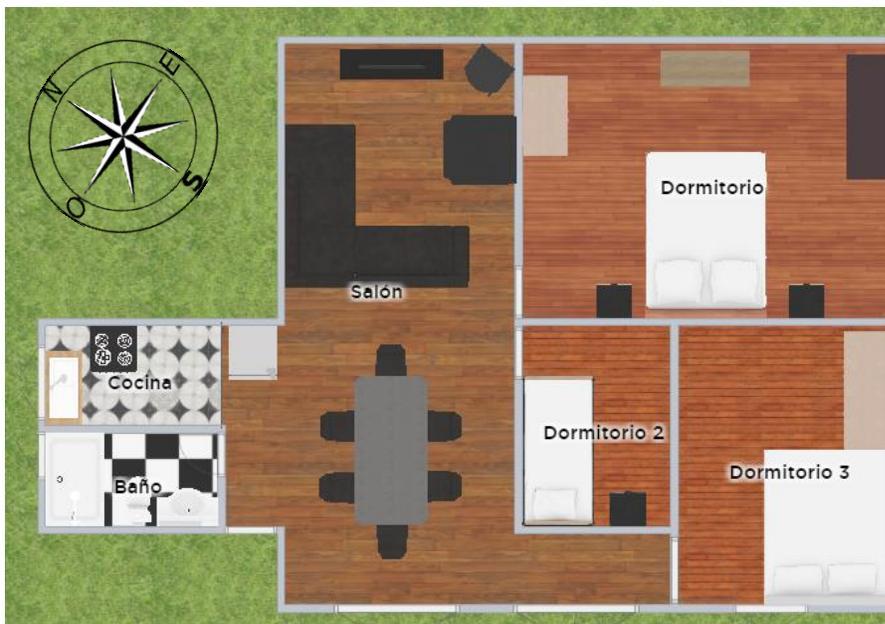
## 2.1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA

La vivienda a analizar fue construida alrededor de 1990, se encuentra ubicada en la región del Bio Bío, específicamente en Las Lilas #506 de la comuna de Coronel, a una altura de 15 msnm con una latitud de  $-37.0097^\circ$  y longitud  $-73.516$ .



Ubicación satelital de vivienda [2-1] (fuente: Google Earth)

### 2.1.1. Orientación de la vivienda



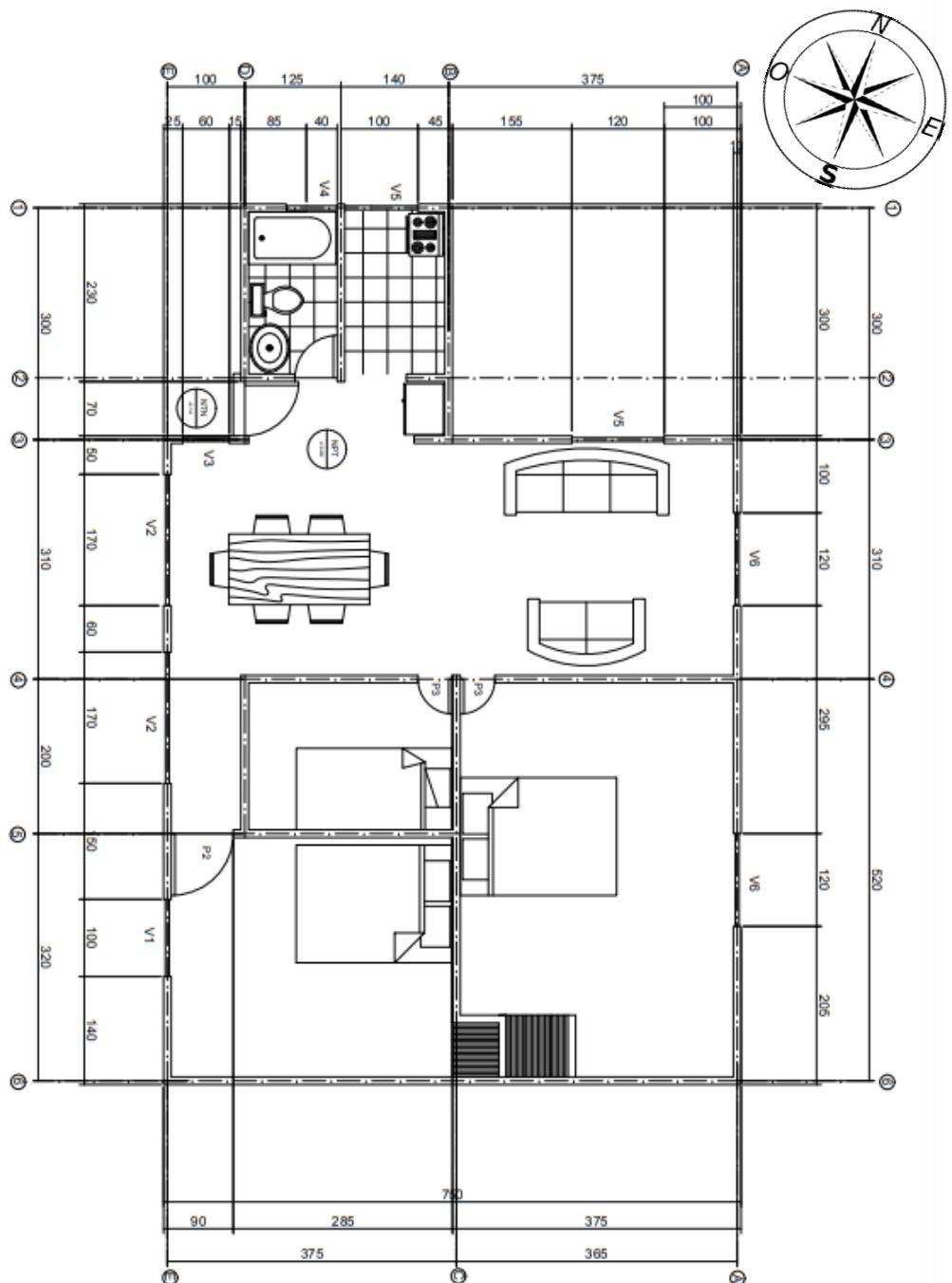
Plano de planta animado. [2-2] (Fuente: Elaboración propia)

La casa a intervenir está orientada con su frente hacia el Noroeste, cuenta con tres habitaciones las cuales se ubican en la parte posterior del inmueble. Las zonas húmedas están emplazadas hacia el frente de la casa lo cual permite una buena ventilación y absorción de luz solar, lo cual permite secar dichos lugares.

## 2.2. PLANO DE LA VIVIENDA A ANALIZAR

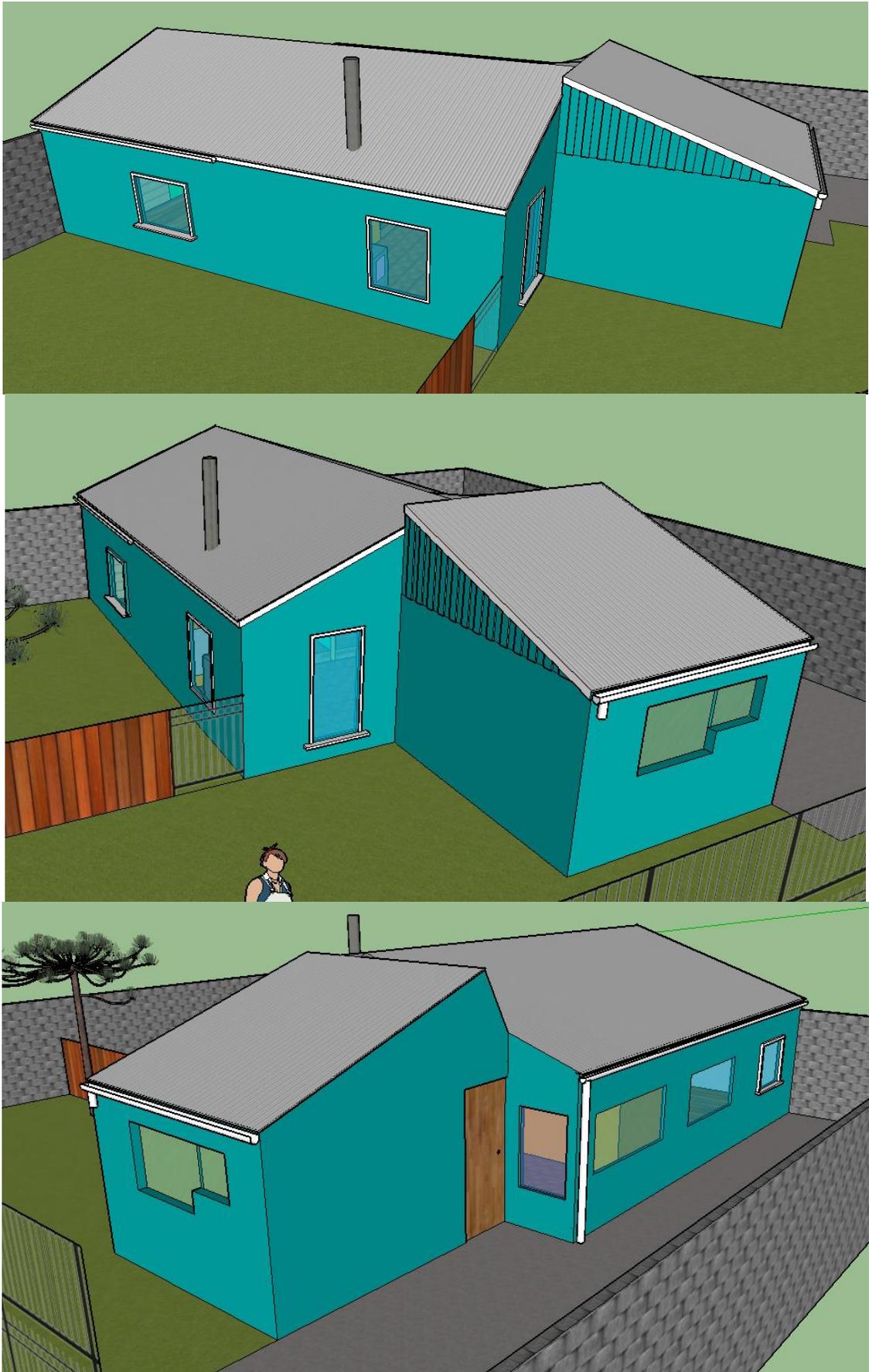
La vivienda cuenta una superficie total de 70m<sup>2</sup>, de los cuales 36,7m<sup>2</sup> corresponden a las 3 habitaciones, un salón principal 27,3m<sup>2</sup>, baño 2,9m<sup>2</sup> y la cocina 3,2m<sup>2</sup>.

En su envolvente encontramos una cantidad de 9 ventanas las cuales permiten la entrada de luz solar al interior de la casa.



Plano de planta de vivienda acotado [2-3] (Fuente: Elaboración propia. Cotas en centímetros)

2.2.1.1 Modelación 3D vivienda.



Vista 3D exterior de vivienda [2-4] (Fuente: Elaboración Propia)



Vista 3D del interior de la vivienda [2-5] (Fuente: elaboración propia)

Las imágenes mostradas anteriormente nos presentan una modelación 3D llevadas a cabo por un software creado por la empresa @Last Software y posteriormente comprado por Google Inc. La modelación nos presenta la vivienda a analizar la cual se compone por 3 habitaciones, baño, cocina y un salón principal. Dicho inmueble cuenta con solo un piso construido, el cual es calefaccionada a través de una estufa a combustión lenta.

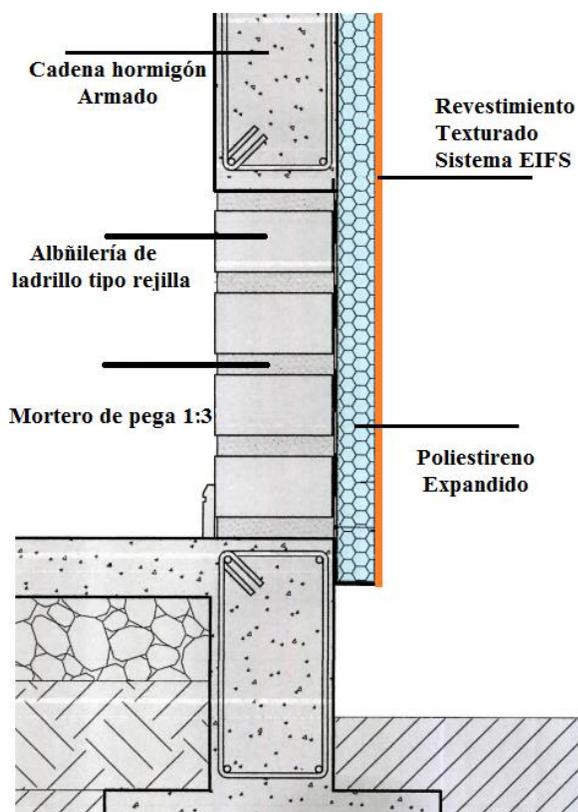
Las imágenes a presentar fueron creadas con un software online llamado HomeByMe.es, la cual nos permite evidenciar de una manera más clara la conformación de la vivienda y la constitución de la misma.

### **2.3. ANÁLISIS MATERIALIDAD DE LA VIVIENDA**

Esta vivienda se constituye de 2 tipos de materialidades, en la zona húmeda (Cocina y Baño) consta de muros de albañilería, y en las zonas secas consta tabiquería de madera (Habitaciones y salón principal).

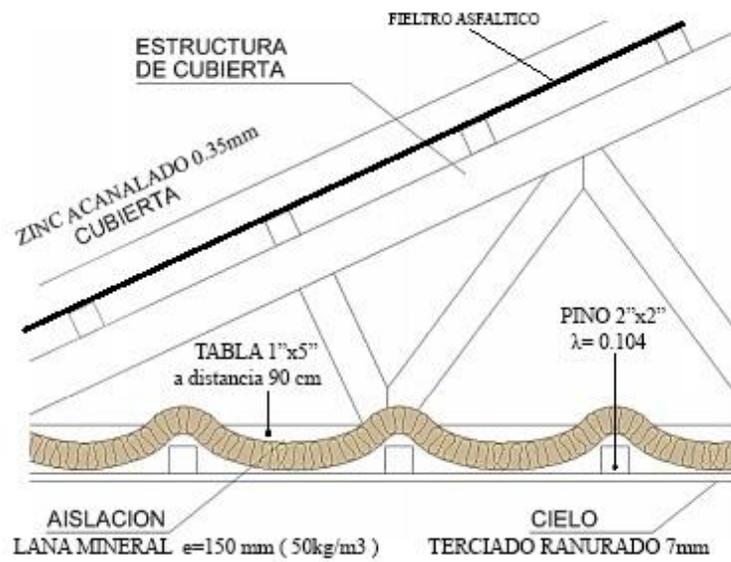
#### **2.3.1. Zona húmeda**

Los muros perimetrales de la zona húmeda constan de albañilería de ladrillos tipo rejilla hecho a máquina pegados con un mortero 1:3. Como aislante térmico tiene implementado el sistema EIFS, incorporando al muro poliestireno expandido de espesor 110 mm y Transmitancia térmica de 0.041W/m<sup>2</sup>K.



Materialidad muros perimetrales zona húmeda [2-6] (Elaboración propia)

El complejo de techumbre consta de las siguientes materialidades ilustradas en la imagen:

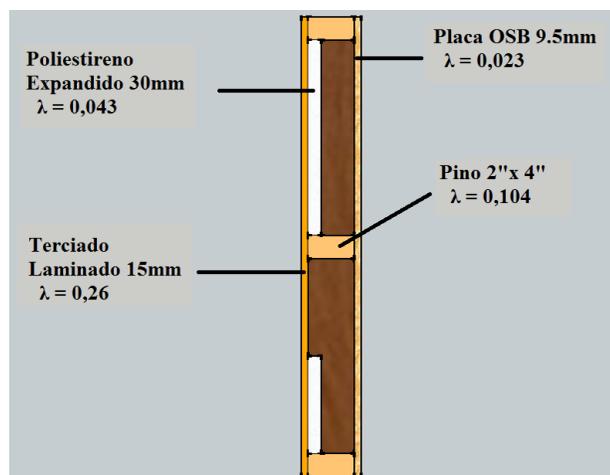


Corte en complejo de techumbre de zona húmeda, materialidad. [2-7] (Elaboración propia)

### 2.3.2. Zona seca

En el corte de la vivienda podemos apreciar que los elementos que constituyen el muro son: placa de fibrocemento de 6mm de espesor, placa de OSB de 9,5mm de espesor, tabiquería de pino, Poliestireno expandido de 30mm de espesor y terciado de pino radiata de 9mm.

También consta de papel fieltro y planchas de zinc, pero para efectos de cálculos no lo utilizaremos debido a su espesor.



Corte muro perimetral tabiquería de madera, materialidad. [2-8] (Fuente: Elaboración Propia)

## 2.4. REGISTRO DE TEMPERATURAS EN LA ZONA DE CORONEL

Luego de recopilar la información histórica de temperaturas en Coronel en los últimos 5 años, a continuación, podemos observar las máximas y mínimas temperaturas que se han registrado anualmente.

### 2.4.1. Máximas temperaturas anuales en la comuna de Coronel

Como podemos apreciar en el gráfico los últimos 3 años las temperaturas están sobre los 30°C sobrepasando el rango ideal de confort térmico en las personas. Considerando que se debe priorizar una buena aislación térmica para que exista poca Transmitancia de calor, sobre todo en los meses más desfavorables (enero y febrero)

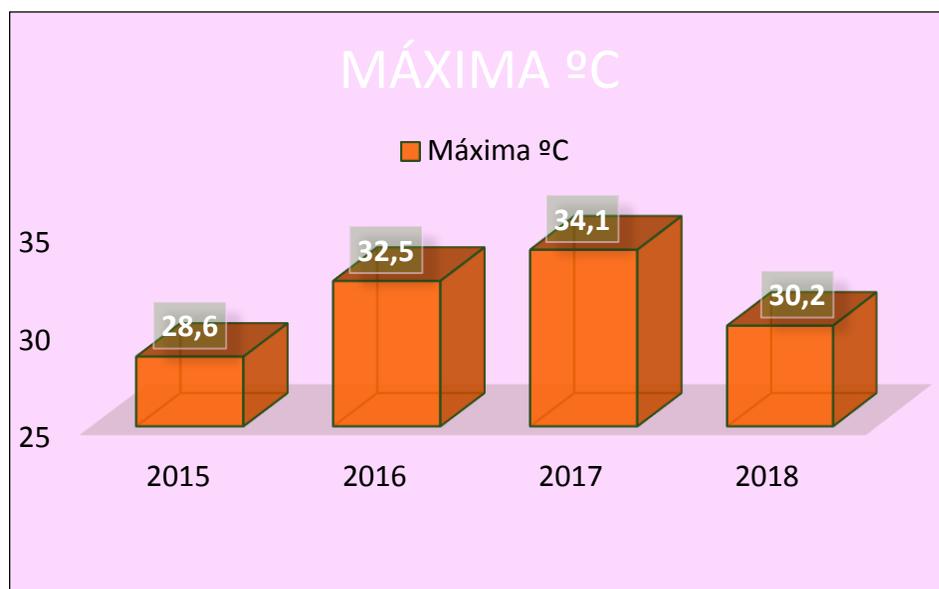


Gráfico de temperaturas máximas anuales en la comuna de Coronel [2-9] (Elaboración propia)

### 2.4.2. Mínimas temperaturas anuales en la comuna de Coronel

Podemos apreciar en el gráfico el año 2017 hubo una mínima considerable en comparación con los años anteriores. Registrando  $-1,3^{\circ}\text{C}$ . Como bien señalamos en la sección anterior, esto se encuentra considerablemente fuera del confort térmico que debe existir en una vivienda.

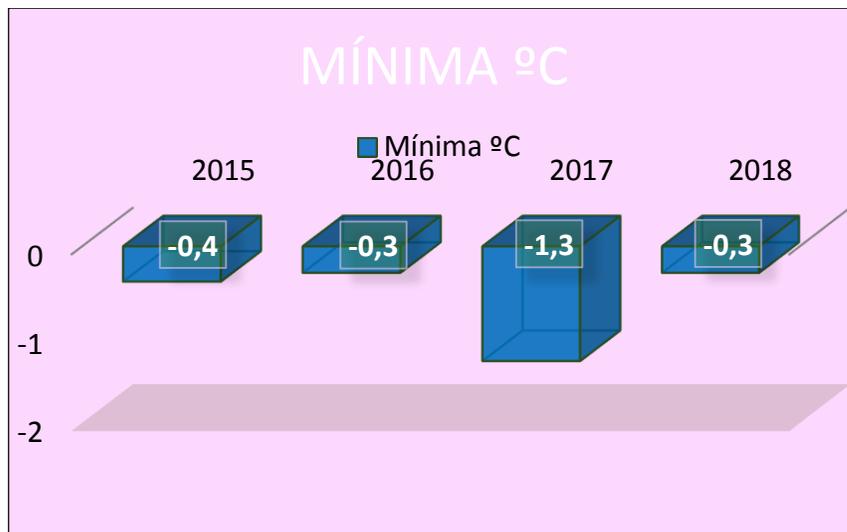
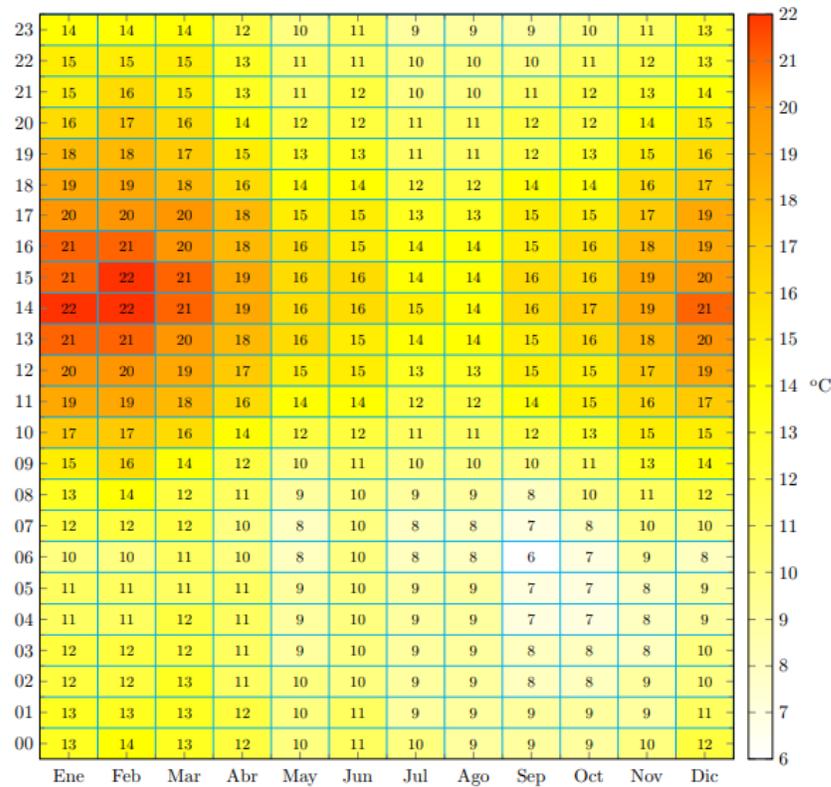


Gráfico temperaturas mínimas anuales de la comuna de Coronel [2-10] (Elaboración propia)



Promedio de la temperatura para cada mes y hora [2-11] (Fuente: Reporte de Recurso Solar y datos Meteorológicos)

El territorio de la comuna de Coronel se encuentra en el dominio del Clima Subtropical o Mediterráneo de Costa Occidental, tipo Cordillera de la Costa, con amplitud térmica moderada, actuando como regulador térmico la proximidad con el Océano Pacífico.

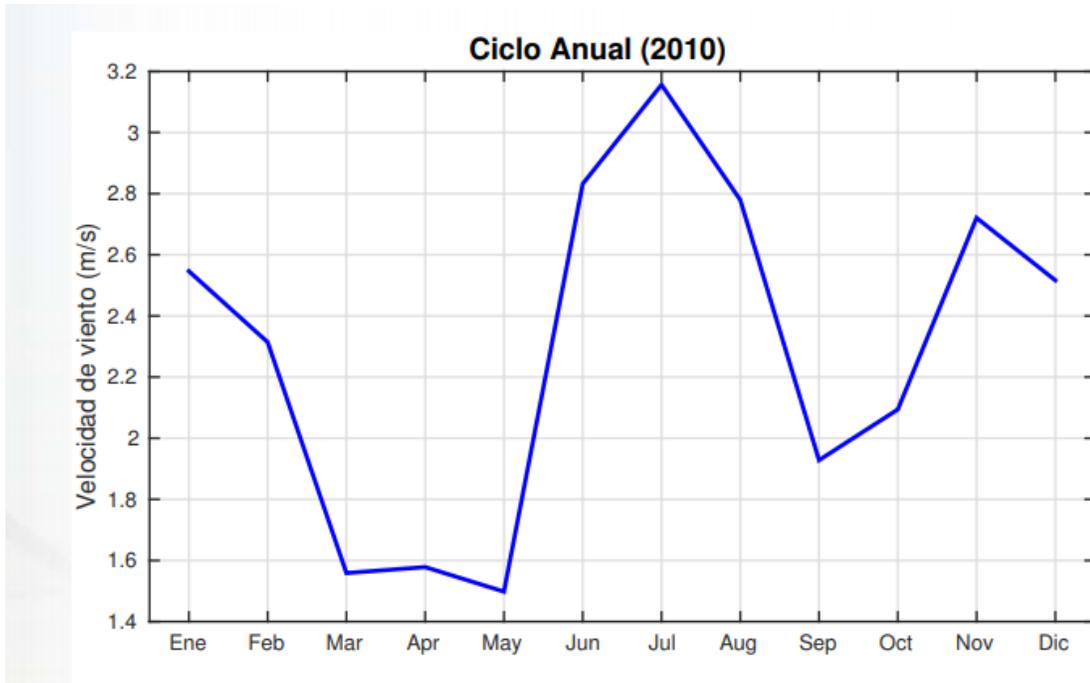
Considerando algunas características del relieve, se llega a estimar algunas condiciones climáticas particulares a nivel comunal. Es posible encontrar rasgos micro climáticos, principalmente a lo largo del valle de Patagual, por efecto de protección o abrigo de la Cordillera de la Costa y la cuenca del Río Bio Bío. La influencia marítima se hace sentir sin contrapeso, tanto en meses de verano como en invierno y por consecuencia, la ciudad de Coronel no escapa a este regulador térmico que es el mar. Las temperaturas máximas extremas están asociadas a la permanencia de las Altas Presiones y vientos soplando del SE, en cambio en los meses de invierno, las extremas frías, están asociadas a las ondas de aire polar que invaden la región después de un periodo de 3 a 4 días de mal tiempo.

La Humedad Relativa del aire en la ciudad de Coronel es superior al 66%, indistintamente de la época del año. Sin embargo, los valores mínimos son en torno al 15% y tienden a concentrarse en los meses de verano. La temperatura media anual es de 12,4°C, las temperaturas extremas son de 34,2°C como máxima y -4,2°C como mínima.

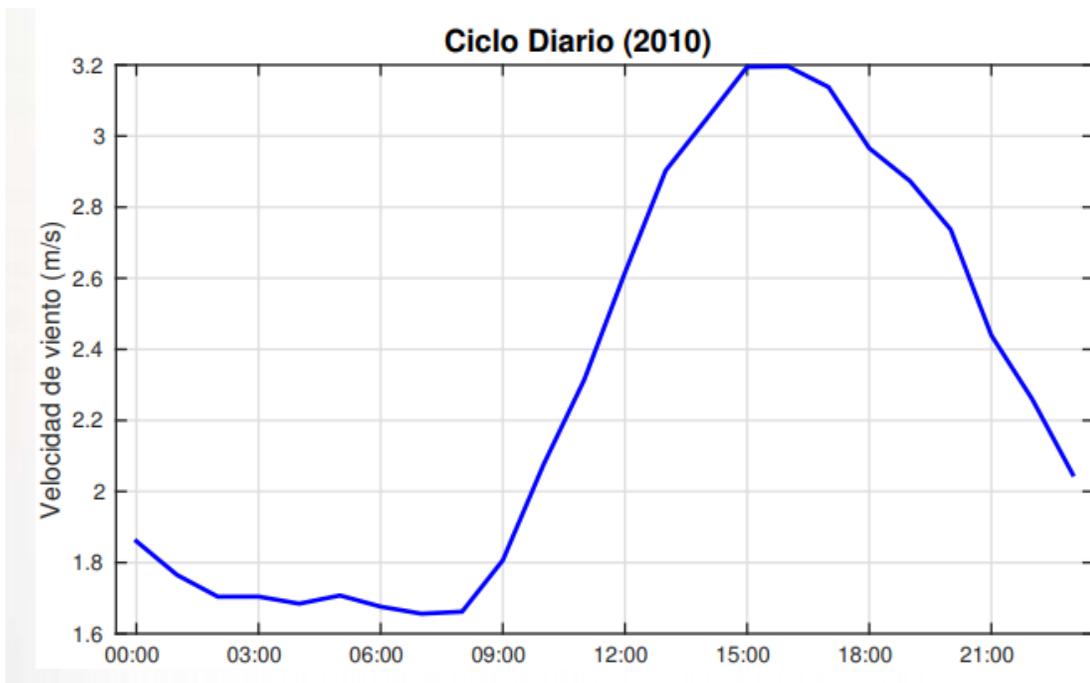
## **2.5. ANÁLISIS EÓLICO DE LA VIVIENDA**

El presente informe muestra información sobre el recurso eólico basada en el uso de modelación numérica. La modelación desarrollada proporciona datos simulados con un modelo atmosférico de meso escala, de manera independiente de estaciones meteorológicas locales. Ello significa que sus resultados, en particular los relacionados con la magnitud de las variables modeladas, no deben ser considerados plenamente confiables sin ser corroborados previamente con mediciones en situ.

### 2.5.1. Gráficos ciclos de viento



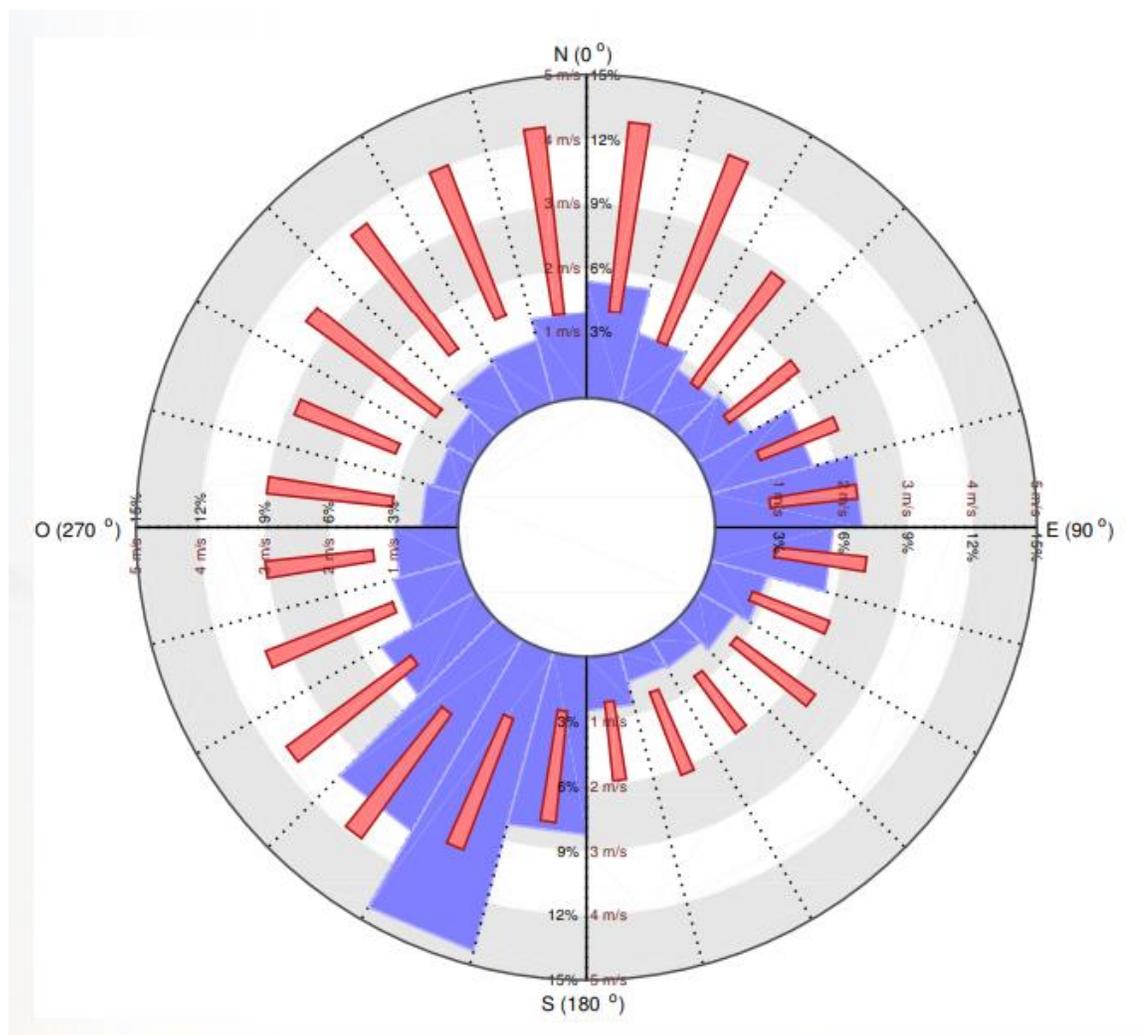
Ciclo de vientos anual. [2-12] (Fuente: Informe de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.)



Ciclo de los vientos diario. [2-13] (Fuente: Informe de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.)

Se muestran los ciclos medios de velocidad de viento a 5 metros del suelo según el mes del año (panel superior) y la hora del día (panel inferior), usando todos los datos disponibles en el periodo de simulación. Podemos reconocer con los datos de la gráfica que las máximas velocidades de viento se encuentran entre los meses de junio y agosto. Además podemos observar que el rango de las horas en que existe mayor predominancia de viento va desde las 12:00hrs hasta 21:00hrs, en donde alcanza las velocidades máximas promedio según el informe eólico generado por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

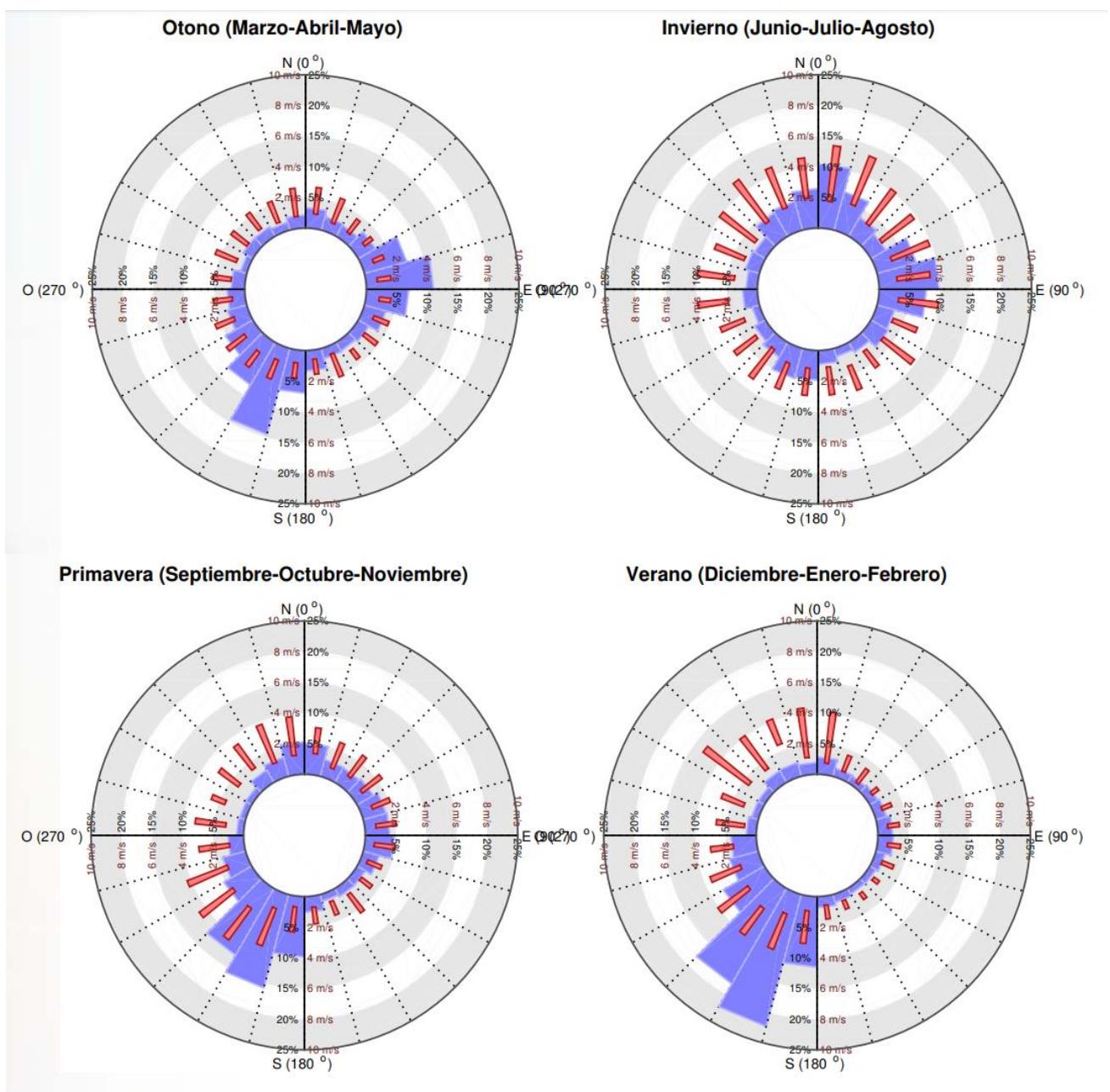
### 2.5.2 Rosa del viento para el año completo



Orientación de los vientos anual. [2-14] (Fuente: Informe de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile).

Rosa de la velocidad de viento a 5 metros. Las barras azules indican el porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento. Las barras rojas indican el rango intercuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección. La dirección de viento es un ángulo que indica el sector desde donde proviene el viento. En particular: para 0 el viento viene del Norte; para 90 se tiene viento del Este; en el caso de 180 el viento es del Sur; y para 270 se tiene viento del Oeste. Para la rosa de los vientos anual, podemos observar una fuerte predominancia de viento del sector suroeste, alcanzando velocidades de más de 5 m/s.

### 2.5.3 Rosa del viento según estación



Orientación de los vientos según estación. [2-15] (Fuente: Informe de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile)

La gráfica nos muestra la velocidad de viento a 5 metros. Las barras azules indican el porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento. Las barras rojas indican el rango inter-cuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección. La dirección de viento es un ángulo que indica el sector desde donde proviene el viento. En particular: para 0 el viento viene del Norte; para 90 se tiene viento del Este; en el caso de 180 el viento es del Sur; y para 270 se tiene viento del Oeste. Podemos observar una predominancia de viento para primavera y verano proveniente del suroeste (180° a 230°). En los meses de marzo, abril, mayo se reconoce una predominancia de viento por el suroeste y en menor medida del sector este. En el caso del invierno la mayor parte del viento es proveniente del norte y del este.

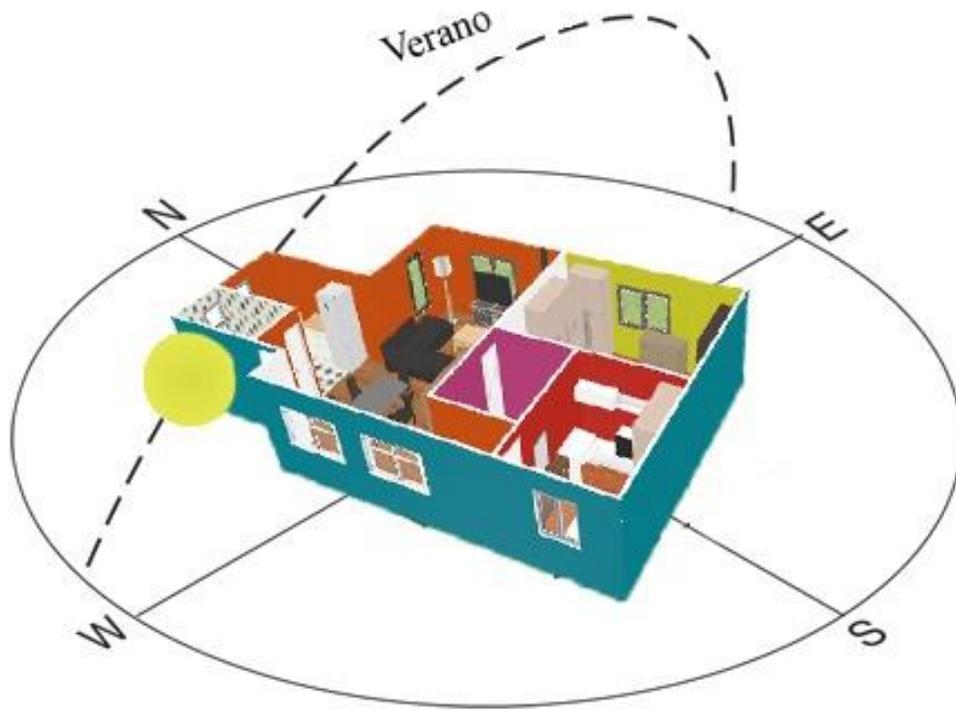
#### 2.5.4 Estadística básica a 5 metros

Mes	Medio Diario	Mínimo Diario	Máximo Diario	Variabilidad
	m/s	m/s	m/s	m/s
Enero	2.5 ± 0.5	0.4 ± 0.1	5.2 ± 0.9	0.6 ± 0.2
Febrero	2.3 ± 0.4	0.6 ± 0.1	4.5 ± 0.9	1.0 ± 0.4
Marzo	1.6 ± 0.3	0.3 ± 0.1	3.3 ± 0.6	0.5 ± 0.2
Abril	1.6 ± 0.3	0.4 ± 0.1	3.2 ± 0.6	0.5 ± 0.2
Mayo	1.5 ± 0.3	0.4 ± 0.1	3.1 ± 0.6	0.6 ± 0.2
Junio	2.8 ± 0.5	1.3 ± 0.2	4.9 ± 0.9	1.6 ± 0.6
Julio	3.2 ± 0.6	1.1 ± 0.2	5.7 ± 1.0	1.5 ± 0.6
Agosto	2.8 ± 0.5	1.0 ± 0.2	4.7 ± 0.8	1.8 ± 0.6
Septiembre	1.9 ± 0.4	0.5 ± 0.1	4.1 ± 0.7	0.8 ± 0.3
Octubre	2.1 ± 0.4	0.5 ± 0.1	4.2 ± 0.8	0.8 ± 0.3
Noviembre	2.7 ± 0.5	0.5 ± 0.1	5.3 ± 1.0	0.7 ± 0.3
Diciembre	2.5 ± 0.4	0.5 ± 0.1	4.7 ± 0.8	1.0 ± 0.4
TODOS	2.3 ± 0.1	0.6 ± 0.0	4.4 ± 0.2	1.2 ± 0.4

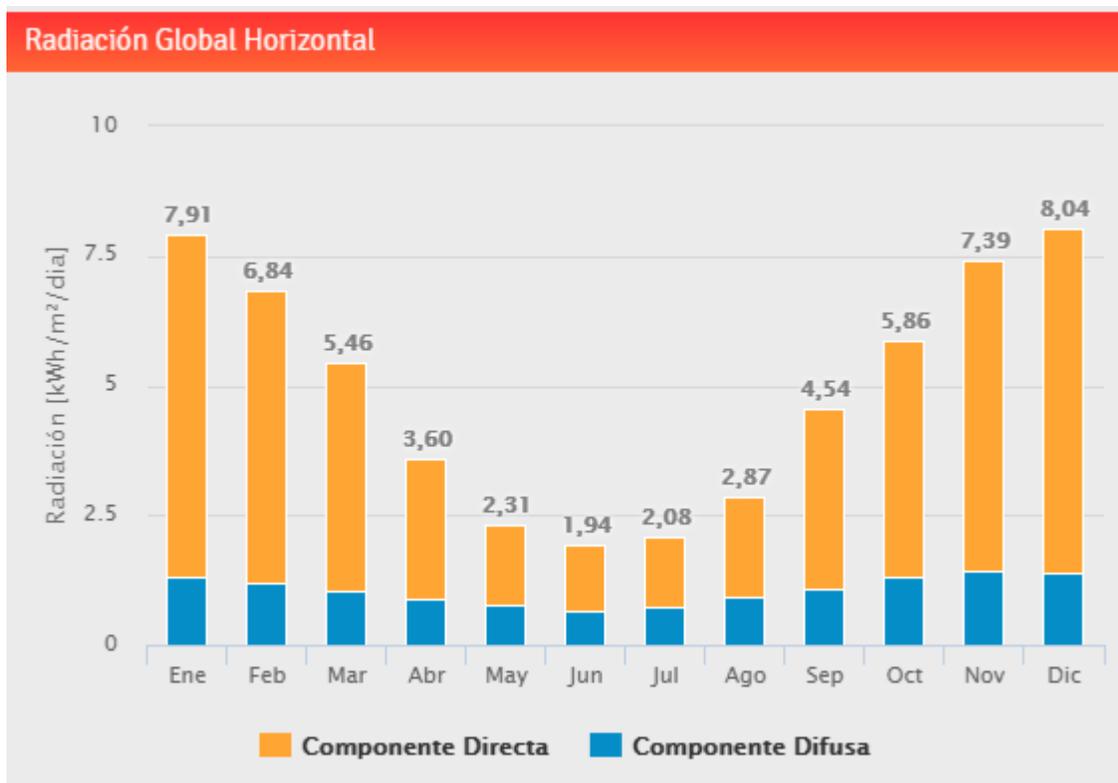
Velocidad de viento en la comuna de Coronel [2-16] (Fuente: Informe de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile)

Estadística básica para Velocidad de viento. El promedio diario es el promedio de todos los valores horarios simulados durante el periodo indicado. La variabilidad es la desviación estándar del valor medio diario. La tabla muestra valores promedios en metros por segundo a una distancia de 5 metros del suelo.

## **2.6. ESTUDIO DE ASOLEAMIENTO DE LA VIVIENDA**



Asoleamiento vivienda [2-17](Fuente: Elaboración propia)



[2-18](Fuente: Reporte de Recurso Solar y datos Meteorológicos)

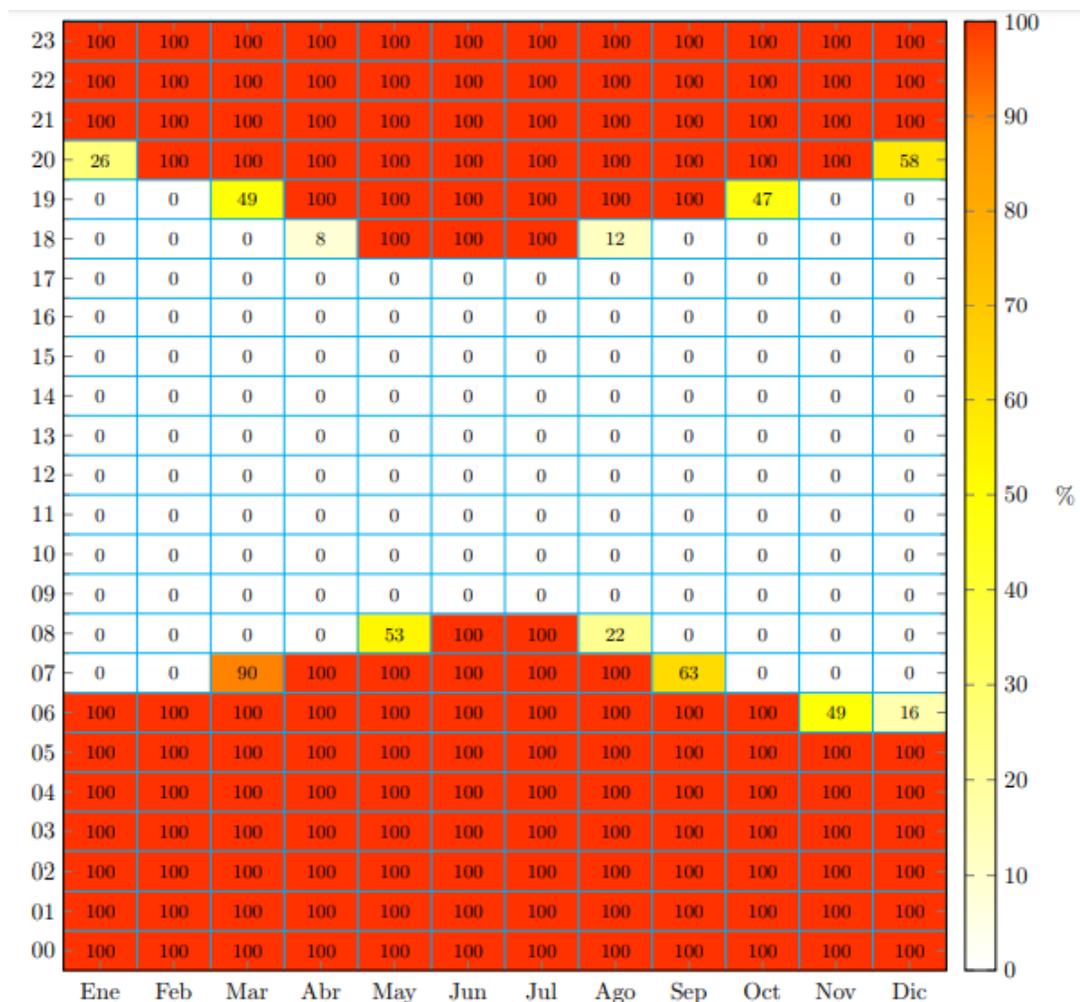
La irradiación también conocida como insolación se refiere a la cantidad de energía solar recibida durante un determinado periodo de tiempo. Por su diferente comportamiento, la irradiación la podemos separar en tres componentes: la directa, la difusa y la reflejada.

**-Directa:** Es la que se recibe directamente desde el sol en línea recta, sin que se desvíe en su paso por la atmósfera. Es la mayor y las más importante en las aplicaciones fotovoltaicas.

**-Difusa:** Es la que se recibe del sol después de ser desviada por dispersión atmosférica. Es radiación difusa la que se recibe a través de las nubes, así como la que proviene del cielo azul. De no haber radiación difusa, el cielo se vería negro aún de día, como sucede por ejemplo en la luna.

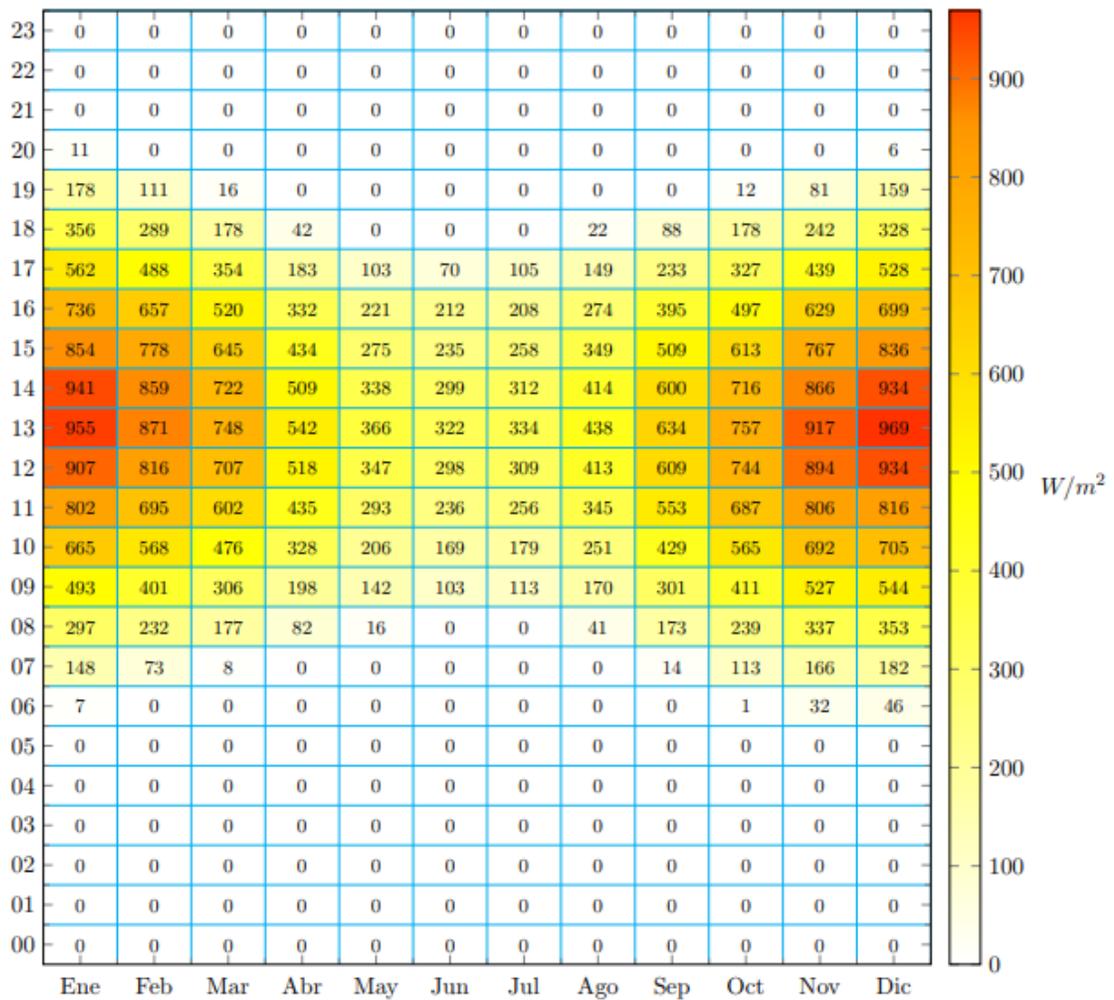
**-Reflejada:** Es la radiación directa y difusa que se recibe por reflexión en el suelo u otras superficies próximas.

**Irradiación Solar global = Directa + Difusa + Reflejada**



[2-19] Porcentaje de la hora con sombras durante cada mes.

(Fuente: Reporte de Recurso Solar y datos Meteorológicos)



[2-20] Promedio de la radiación global horizontal para cada hora y mes.

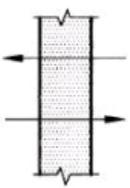
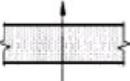
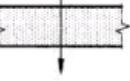
(Fuente: Reporte de Recurso Solar y datos Meteorológicos)

El frontis del inmueble está orientado al noroeste, contiene tres ventanas para la absorción de luz al interior de la vivienda durante el día. Por las mañanas los rayos de sol provenientes del este impactan el costado derecho de la casa, calentando el dormitorio número 1 y el living. Por las tardes la luz solar proviene del oeste lo que genera una calefacción para el comedor y los 2 dormitorios restantes. Cabe destacar que en la época de invierno es donde la inclinación del sol alcanza su menor altura, en cambio en el solsticio de verano la luz solar impacta mayoritariamente la techumbre de la vivienda, no así en el frontis del inmueble donde le llega de una forma indirecta.

## 2.7. CÁLCULOS TÉRMICOS DE LA VIVIENDA

En esta sección realizaremos los cálculos estipulados en la NCh 853 of 2007.

La envolvente de una vivienda abarca tanto techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados. Teniendo resistencias térmicas diferentes según la dirección de su flujo y/o su pendiente.

Resistencias térmicas de superficie en m <sup>2</sup> x K/W							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		$R_{si}$	$R_{se}$	$R_{si} + R_{se}$	$R_{si}$	$R_{se}$	$R_{si} + R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Resistencias térmicas de superficie [2-21] (Fuente: SERVIU)

Para poder efectuar los cálculos necesitamos identificar la conductividad térmica ( $\lambda$ ) de los materiales que constituyen los muros y complejo de techumbre de la vivienda.

Una vez obtenido los datos de conductividad térmica, se puede proceder a calcular la Transmitancia térmica del elemento

Al ser un elemento heterogéneo, primero utilizaremos la siguiente fórmula:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

Transmitancia térmica de un elemento homogéneo [2-22]

Donde:

-Rsi : Resistencia térmica de superficie al interior (m<sup>2</sup> K/W).

-Rse: Resistencia térmica de superficie exterior (m<sup>2</sup> K/W)

-e: Espesor del material, (m).

-λ: Conductividad térmica del material (W/(m\*K))

Cuando se calcula cada U del elemento, se procede a utilizar la siguiente fórmula para obtener el resultado del U ponderado.

$$U = \frac{U_1A_1 + U_2A_2}{A_1 + A_2}$$

$$U = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i}$$

Transmitancia térmica de un elemento heterogéneo [2-23]

Como la vivienda analizada está constituida por 2 tipos de materialidad (Albañilería en zona húmeda y tabiquería de madera en zona seca) calcularemos por separado sus muros y techumbres.

Para poder concluir si dichos resultados de transmitancia térmica están dentro de los parámetros mínimos exigidos por normativa, debemos comparar los resultados con lo ilustrado actualmente en el artículo 4.1.10 de la OGUC. El cual establece lo siguiente:

ZONA TÉRMICA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS	
	U W/m <sup>2</sup> K	Rt m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	Rt m <sup>2</sup> K/W	U W/m <sup>2</sup> K	Rt m <sup>2</sup> K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

[2-24]Transmitancia mínima en envolvente térmica según zonificación (Fuente: OGUC)



Zonificación térmica en Chile [2-25] (Fuente: OGUC)

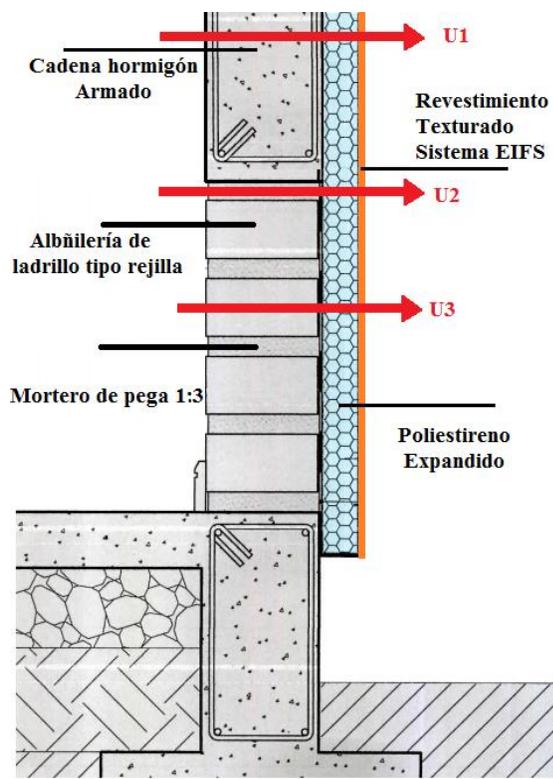
Nuestra zona térmica corresponde a la zona 4, teniendo un  $U$  mínimo de  $0,38 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$  en techumbres, un  $U$  mínimo de  $0,59 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$  en muros, y un  $U$  mínimo de  $1,67 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$  en pisos.

### 2.7.1. Cálculos térmicos zona húmeda

Esta zona de la vivienda está constituida por muros de albañilería y en la techumbre vigas a la vista. Como pudimos ver en la figura anterior [2-4], la resistencia térmica de un elemento varía según la dirección del flujo de aire y/o su pendiente, por ende, tanto en muros como en techumbres o pisos, los cálculos se deben hacer por separado.

### 2.7.1.1. Cálculos muro perimetrales zona húmeda

Al ser un muro heterogéneo también se considerará para efectos de cálculo una cadena/dintel de hormigón armado con espesor de 140 mm con una Transmitancia térmica de 1.63W/m<sup>2</sup>K.



Corte muro perimetral zona húmeda, Transmitancia térmica. [2-26] (Elaboración propia)

Los muros perimetrales de la zona húmeda constan de U1, U2 y U3. Donde:

U1; pasa por una capa de mortero de 1,5cm de espesor, ladrillo fiscal de 14cm de espesor, capa de mortero de 1,5cm de espesor, placa de poliestireno expandido de 50mm y una capa de mortero de 1,5cm de espesor.

Consta de un área total de 5,45m<sup>2</sup>.

U2; pasa por una capa de mortero de 1,5cm de espesor, mortero de 14cm de espesor, mortero de 1,5cm de espesor, placa de poliestireno expandido de 50mm y mortero de 1,5cm de espesor.

Consta de un área total de 1,42m<sup>2</sup>.

U3; pasa por mortero de 1,5cm de espesor, una viga de hormigón armado de 14cm de espesor, mortero de 1,5cm de espesor, poliestireno expandido de 50mm de espesor y mortero de 1,5 cm de espesor.

Su área total consta de 1,73 m<sup>2</sup>.

Aplicando las fórmulas anteriores, el resultado de la situación actual de la vivienda es el siguiente:

$$U1 = \frac{1}{0,12 + (0,011 + 0,27 + 0,011 + 1,3 + 0,011) + 0,05}$$

<b>U1= 0,56 W/(m<sup>2</sup>/K)</b>
-------------------------------------

$$U2 = \frac{1}{0,12 + (0,011 + 0,1 + 0,011 + 1,3 + 0,011) + 0,05}$$

<b>U2= 0,62 W/(m<sup>2</sup>/K)</b>
-------------------------------------

$$U3 = \frac{1}{0,12 + (0,011 + 0,085 + 0,011 + 1,3 + 0,011) + 0,05}$$

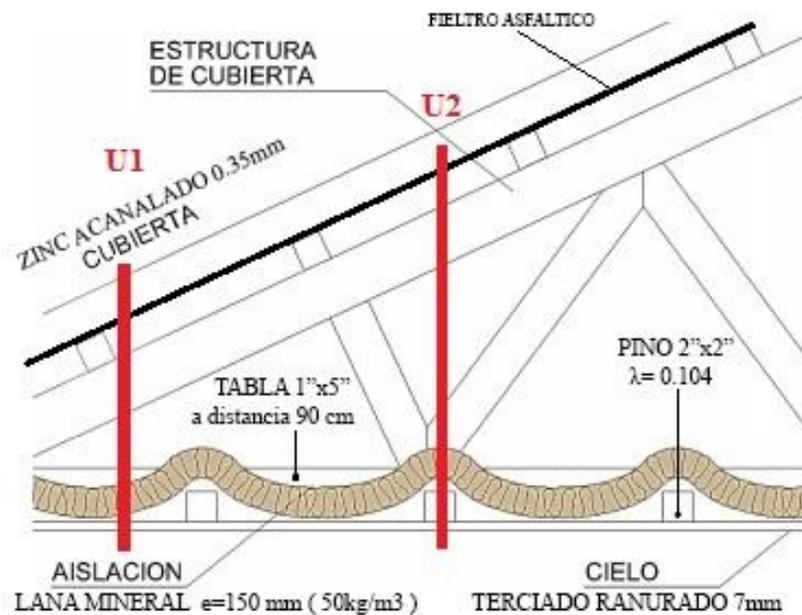
<b>U3= 0,62 W/(m<sup>2</sup>/W)</b>
-------------------------------------

$$U \text{ ponderado} = \frac{3,05 + 0,88 + 1,07}{8,6}$$

<b>U ponderado= 0,58 W/(m<sup>2</sup>/K)</b>
--

Según lo estipulado en el artículo 4.1.10 de la OGUC, el U ponderado de los muros perimetrales de albañilería con sistema eifs cumplen con la exigencia mínima normativa. Por ende, cumplirían también con la nueva actualización que se debe oficializar durante el segundo semestre del año 2019.

### 2.7.1.2. Cálculos térmicos techumbre zona húmeda



Transmitancia térmica techumbre zona húmeda [2-27]

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

$$R_{aislante} = R_{si} + \frac{e_{terciado}}{\lambda_{terciado}} + \frac{e_{aislante}}{\lambda_{aislante}} + R_{se}$$

$$U_{aislante} = \frac{1}{R_{aislante}} = \frac{1}{3,884 \text{ m}^2\text{K/W}} = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$$

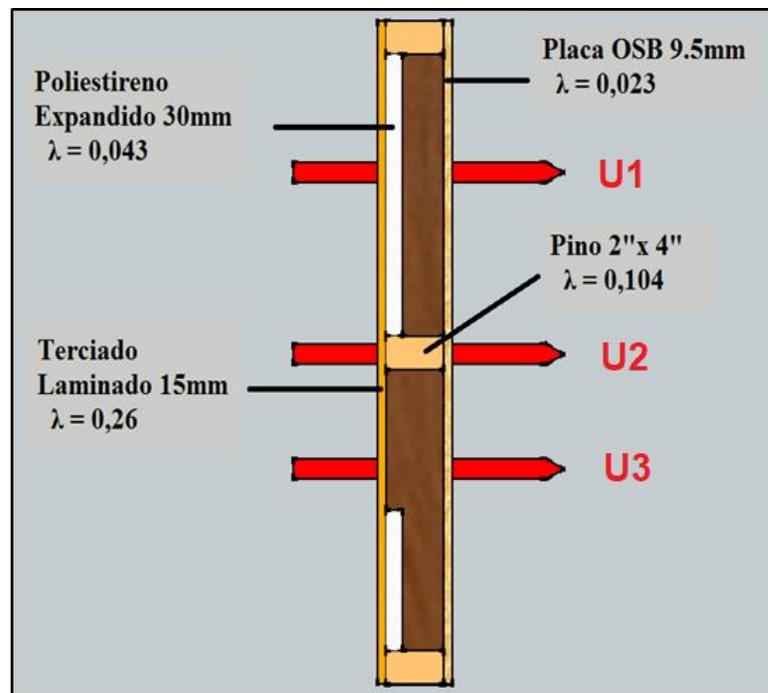
Según lo estipulado en el artículo 4.1.10 de la OGUC, el U ponderado de la techumbre constituida cumplen con la exigencia mínima normativa. Por ende, cumplirían también con la nueva actualización que se debe oficializar durante el segundo semestre del año 2019.

### 2.7.2. Cálculos térmicos zona seca

Esta zona de la vivienda está constituida por muros de tabiquería de madera y en la techumbre vigas a la vista. Como pudimos ver en la figura anterior [2-4], la resistencia térmica de un elemento varía según la dirección del flujo de aire y/o su pendiente, por ende, tanto en muros como en techumbres o pisos, los cálculos se deben hacer por separado.

### 2.7.2.1. Cálculos muros perimetrales zona seca

Aplicando las fórmulas anteriores, el resultado de la situación actual de la vivienda es el siguiente:



Corte muro perimetral actual, Transmitancia térmica [2-28] (Elaboración propia)

Los muros perimetrales de la zona. Donde:

U1; pasa por la placa OSB de 9.5mm, poliestireno expandido de 30mm, y terciado laminado de 15mm.

Consta de un área total de 30m<sup>2</sup>.

U2; pasa por la placa OSB de 9.5mm, Pino 2"x4", terciado laminado de 15mm.

Consta de un área total de 7,2 m<sup>2</sup>.

U3; pasa por la placa OSB de 9.5mm, terciado laminado de 15mm.

Consta de un área total de 16,1 m<sup>2</sup>.

Los cálculos realizados para llegar al resultado final de U ponderado de los muros perimetrales son los siguientes:

$$U1 = \frac{1}{0,12 + (0,041 + 0,7 + 0,058) + 0,05}$$

$$U1 = 1,04 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U2 = \frac{1}{0,12 + (0,041 + 0,058 + 0,96) + 0,05}$$

$$U2 = 0,81 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U3 = \frac{1}{0,12 + (0,041 + 0,058) + 0,05}$$

$$U3 = 3,72 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U \text{ ponderado} = \frac{31,2 + 5,85 + 59,8}{53,3}$$

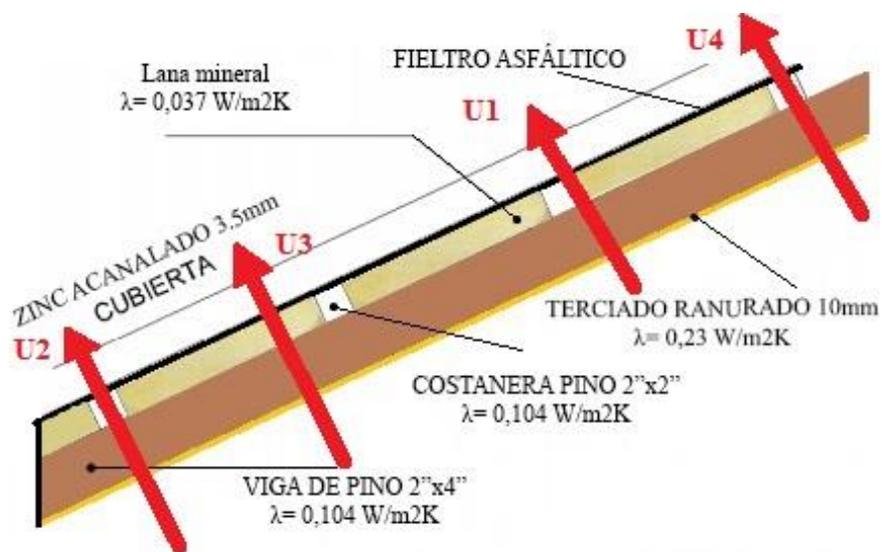
$$U \text{ ponderado} = 1,82 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

El resultado de U ponderado actual de los muros perimetrales de la vivienda es de 1,82 W/m<sup>2</sup>\*K.

Según lo estipulado en el artículo 4.1.10 de la OGUC y en la NCh 853 of 2007, el U ponderado de los muros perimetrales de la vivienda no cumplen con la exigencia mínima normativa.

Por ende, tampoco cumplirían con la nueva actualización de reglamentación estipulada en el P.D.A.

### 2.7.2.2. Cálculos techumbre zona seca



Corte complejo de techumbre zona seca, materialidad. [2-29] (Elaboración propia)

El complejo de techumbre de zona seca consta de U1, U2, U3 y U4. Donde:

U1; pasa por el terciado ranurado de 10mm, viga de pino 2''x4'', costanera pino 2''x2'' y lana mineral de 50mm.

Consta de un área total de 1,55m<sup>2</sup>.

U2; pasa por terciado ranurado de 10mm, costanera de pino 2''x2'' y lana mineral de 50mm.

Consta de un área total de 6,47m<sup>2</sup>.

U3; pasa por el terciado ranurado de 10mm, viga de pino de 2''x4'' y lana mineral de 50mm.

Consta de un área total de 3,01m<sup>2</sup>.

U4; pasa por el terciado ranurado de 10mm y lana mineral de 30mm.

Consta de un área total de 51,35m<sup>2</sup>.

Los cálculos realizados fueron los siguientes:

$$U1 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 0,98 + 0,49 + 1,35) + 0,05}$$

$$U1 = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U2 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 0,49 + 1,35) + 0,05}$$

$$U2 = 0,49 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U3 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 0,98 + 1,35) + 0,05}$$

$$U3 = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U4 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 1,35) + 0,05}$$

$$U4 = 0,65 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U \text{ ponderado} = \frac{0,51 + 3,17 + 1,17 + 59,7}{62,73}$$

$$U \text{ ponderado} = 0,61 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

**CAPÍTULO III: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO TÉRMICO CON  
CORCHO AGLOMERADO**

### **3.1. PLACAS DE CORCHO AGLOMERADO COMO SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE AISLACIÓN TÉRMICA.**

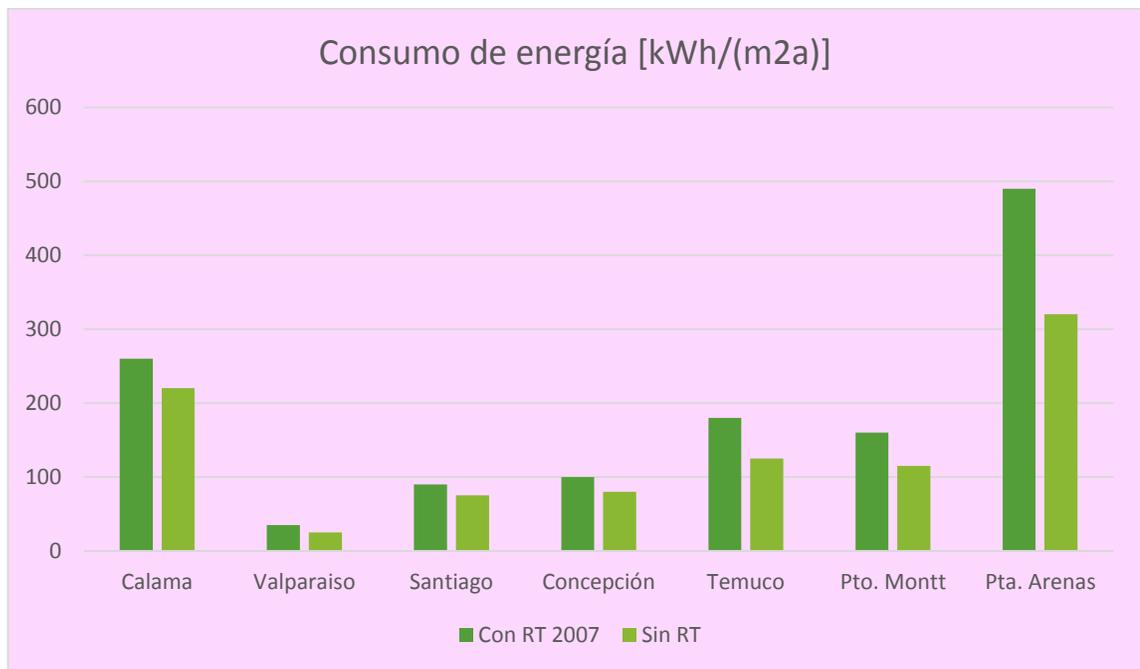
Al momento de aislar térmicamente una vivienda, es fundamental regirse con los estándares normativos mínimos establecidos en el artículo 4.1.10 de la OGUC, debiendo cumplir con el confort térmico de sus habitantes, es decir, la sensación de agrado de una persona en un espacio interior. Aunque no es posible tener un parámetro del confort térmico de una persona, ya que existe tanto personas más susceptibles al frío como otras que no. Se define en la norma (EN ISO 7730, 1995) como un “clima interior aceptable” un espacio en el que 80% de las personas se encuentran confortables y aceptan las condiciones higrotérmicas de ese espacio.



Condiciones termohigrométricas [3-1] Fuente: El estándar passivhaus en Chile 2da edición, 2016)

En Chile en el año 2007 se realizó una actualización a la NCh 853, donde estipulaba sus parámetros mínimos de Transmitancia térmica en muros, techumbres y pisos. (Ver figura []). Siendo esta actualización de gran importancia para la calidad de vida de los habitantes en el país.

“Uno de los propósitos históricos fundamentales de la construcción, particularmente de las viviendas, es proveer adecuadas, estables y permanentes condiciones de habitabilidad a sus habitantes, con prioridad en el confort higrotérmico requerimiento básico e imprescindible para la actividad humana” (MINVU, 2006)



Consumo de energía en distintas ciudades de Chile antes y después de la reglamentación térmica 2007. [3-2] (Fuente: Ministerio de energía, 2010)

El siguiente gráfico evidencia que luego de dicha actualización en la reglamentación térmica de las viviendas en Chile, hubo una disminución de consumo de energía en el promedio de la población, siendo este un importante dato al priorizar la aislación térmica de una vivienda como punto clave para economizar y disminuir el uso de calefacción y refrigeración del lugar en cuestión.

Actualmente debido al plan de descontaminación ambiental, estos estándares aumentarán siendo más rigurosos en la zonificación, la cual varía dependiendo de la zona en la que esté ubicada la vivienda, en nuestro caso, Concepción.

Esto significa que con esta futura actualización las edificaciones construidas después de esta regularización, tengan una Transmitancia térmica menor que las viviendas construidas antes de dicha reglamentación. Por ende, las viviendas que quedan fuera de norma pueden optar a un mejoramiento de aislación térmica, por lo cual, nuestra propuesta es realizar este mejoramiento a base de placas de corcho aglomerado.

La utilización del corcho aglomerado como material, tiene beneficios indirectos tanto a la flora y fauna, aparte de sus características aislantes, también tiene otro tipo de ventajas, el método de extracción y conservación de su materia prima.

*“La necesidad de regenerar los alcornocales surgió ya en Cataluña hacia el año 1850 (JORDANA, 1872; ARTIGAS, 1907) quizás estimulada por algunas experiencias realizadas en Gascuña (Francia). Este carácter pionero que caracterizó a los subericulros catalanes también en Otros temas, puede ser la causa de que actualmente sean los alcornocales de Cataluña unos de los mejor poblados de España.”*  
(G. Montero, 1994)

Estas diversas razones, lo convierten en un material sustentable y amigable con el medio ambiente. Teniendo entre otras ventajas su aislación acústica, su estética, y ligereza, lo que lo convierte en un material de fácil transporte y colocación, pudiendo ser instalado por personal no calificado.

Su estabilidad volumétrica ante la compresión también puede ser aprovechable en juntas de dilatación, soleras aislantes, evitando así puentes térmicos.

Posterior al análisis realizado a la vivienda y su situación térmica actual, concluimos que el U ponderado tanto para muros como para techumbre de zona seca no cumple con la normativa actual ni con las actualizaciones del P.D.A.

De acuerdo a lo anterior, proponemos la implementación de placas de corcho aglomerado como solución constructiva de aislación térmica. Ya que su conductividad térmica permite que sea un buen aislante térmico.

En este caso cuando hablamos de solución constructiva para aislación térmica, hacemos referencia la envolvente térmica de la vivienda, tal como techumbre y muros.

## **3.2. UBICACIONES DE USO DEL CORCHO AGLOMERADO COMO AISLANTE TÉRMICO.**

### **3.2.1. Aislación de pisos**

Para ocupar el corcho aglomerado en pisos, existe más de una opción, un claro ejemplo es cuando al pavimento se le incluye corcho aglomerado granulado para mejorar sus propiedades aislantes. Cuando se utilizan placas de corcho aglomerado el procedimiento es distinto, se puede utilizar debajo del panel de madera aglomerada que sea resistente a la humedad, luego un núcleo flexible de corcho aislante, que posee las propiedades únicas del corcho natural de aislación y absorción de sonidos de pisadas e impacto, confortable para caminar y tibio al tacto; y por ultimo una cubierta integrada de corcho para una reducción adicional del sonido.

En la siguiente imagen podemos observar que esta práctica de utilización de placas de corcho aglomerado se está implementando tanto en viviendas, como en empresas, oficinas, espacios públicos, etc.



Implementacion corcho aglomerado en piso “ENEL Chile” [3-3]



*Implementación corcho aglomerado en piso3D [3-4]*

### 3.2.2. Aislación en paredes

Podemos aislar térmicamente la vivienda colocando placas de corcho aglomerado en las paredes, estas pueden ir por el interior de la pared, o por fuera quedando las placas de corcho a la vista, ésta última debe ser fijada mediante adhesivo de contacto y pernos, para tener una mayor eficiencia de pegado.

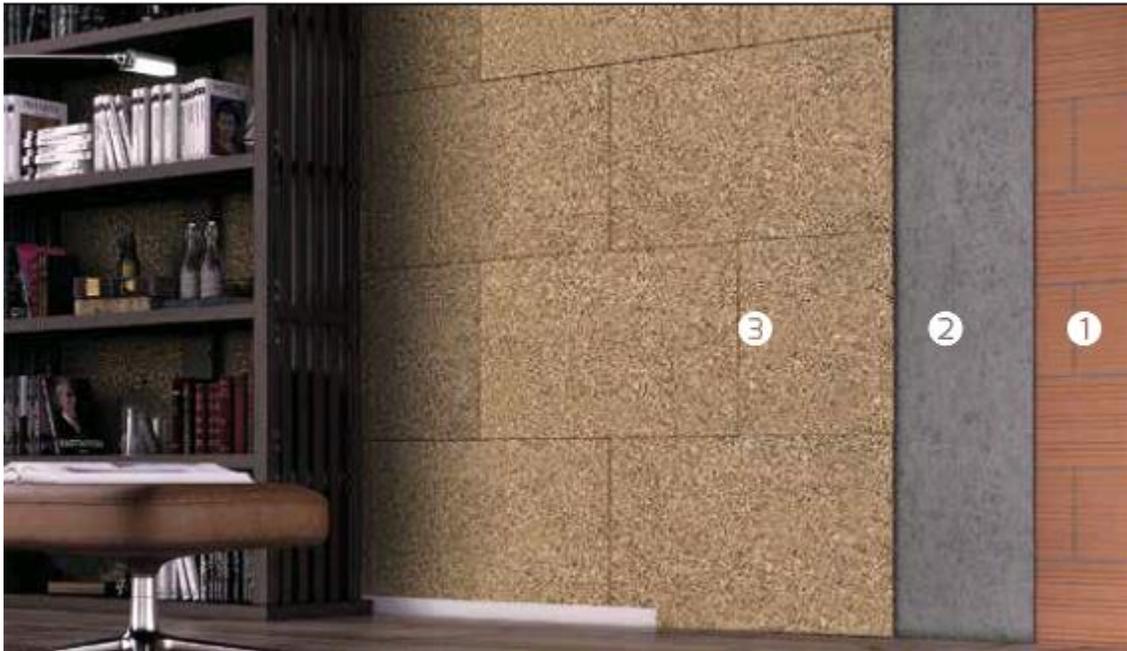
Estas placas se pueden instalar en las paredes de los muros perimetrales de la vivienda, tanto en superficie de madera como de cemento, el único requisito es que debe ser una base plana y libre de irregularidades (por ejemplo, clavos).

También puede ser instalada en muros divisorios, pero su utilización en estos muros tiende a ser más para efectos de aislación acústica y también por estética, para que sea de un material uniforme todas las paredes de la habitación.

Sus espesores pueden variar desde los 5mm hasta los 100mm. y viene en la dimensión única de 100 cm x 50m, dividida en placas, en formato de cajas, con 6m<sup>2</sup> por caja.



*Implementación del corcho aglomerado en paredes [3-5]*

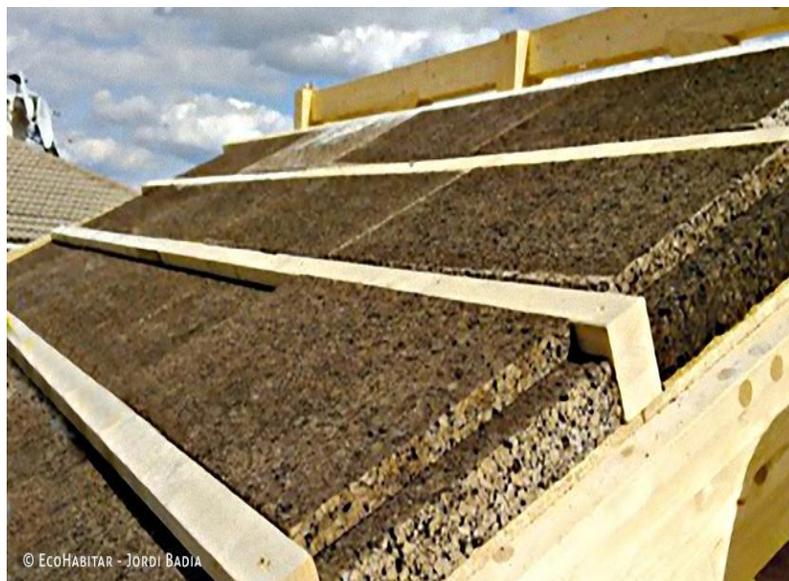


Implementación de corcho aglomerado en pared de albañilería [3-6]

### 2.2.3. Aislamientos de cubierta y techos

Las características propias del corcho aglomerado, hacen que este material sea una solución constructiva eficiente en el aislamiento de cubiertas de todo tipo: planas, inclinadas, etc. Se puede utilizar tanto en medio del complejo de techumbre, como revestimiento de cielo, ya que tiene un aspecto rustico que puede ser utilizado como parte del diseño de la vivienda, siendo agradable estéticamente.

No es necesario una capa de pintura, ya que estas placas vienen con una capa de cera adherida, cuya función es facilitar su limpieza y dar un toque de terminación en paredes.



*Implementación corcho aglomerado en cubierta [3-7]*

### **3.3. IMPLEMENTACIÓN TEÓRICA DE CORCHO AGLOMERADO COMO AISLANTE TÉRMICO EN ENVOLVENTE DE VIVIENDA**

Al determinar que la vivienda analizada no cumplía con la normativa actual regida por la OGUC en su artículo 4.1.10, según la NCh 853 of 2007.

Nuestra propuesta se basa en la implementación del corcho aglomerado en techumbres y muros perimetrales de la zona seca. Ya que luego de realizar los cálculos pertinentes, concluimos que tanto techumbre como muros perimetrales de la zona húmeda cumplían con los estándares normativos anteriormente señalados.

Este mejoramiento térmico debe ser más riguroso ya que nos debemos regir tanto por la normativa actual estipulada en la NCh 853 Of 2007, como en la actualización de la reglamentación por el P.D.A.

Este plan de descontaminación ambiental se basa en una exigencia mayor de transmitancia térmica en techumbres, muros y pisos.

Cambiando la zonificación térmica actual en Chile, por una más específica.

Transmitancia Térmica Máxima de envolvente vertical opaca [ U ]				
RT 2007			Propuesta Actualización RT	
Ciudad	Zona	U	Zona	U Propuesta final
Arica	1	4	A	2,1
Iquique		4		2,1
Antofagasta		4		2,1
Copiapó		4		0,8
La Serena	2	4	C	0,8
Valparaíso		3		0,8
Santiago	3	1,9	D	0,8
Rancagua		1,9		0,8
Talca		1,7		0,8
Concepción	4	1,7	E	0,6
Temuco	5	1,6	F	0,45
Valdivia		1,6		0,4
Puerto Montt	6	1,1	G	0,4
Coyhaique	7	0,6	I	0,35
Punta Arenas		0,6		0,35

Transmitancia térmica máxima de muros perimetrales, Actualización P.D.A. [3-8

Ciudad	Zona	Cielo	Zona	Cielo
Arica	1	0,84	A	0,84
Iquique		0,84		0,84
Antofagasta		0,84		0,84
Copiapó		0,84	B	0,47
La Serena		0,84	C	0,47
Valparaíso	2	0,6	D	0,47
Santiago	3	0,47		0,38
Rancagua		0,47		0,38
Talca	4	0,38	E	0,38
Concepción		0,38		0,33
Temuco	5	0,33	F	0,28
Valdivia		0,33	G	0,28
Puerto Montt		6		0,28
Coyhaique	7	0,25	I	0,25
Punta Arenas		0,25		0,25

Transmitancia térmica máxima en cielo, Actualización P.D.A. [3-9]

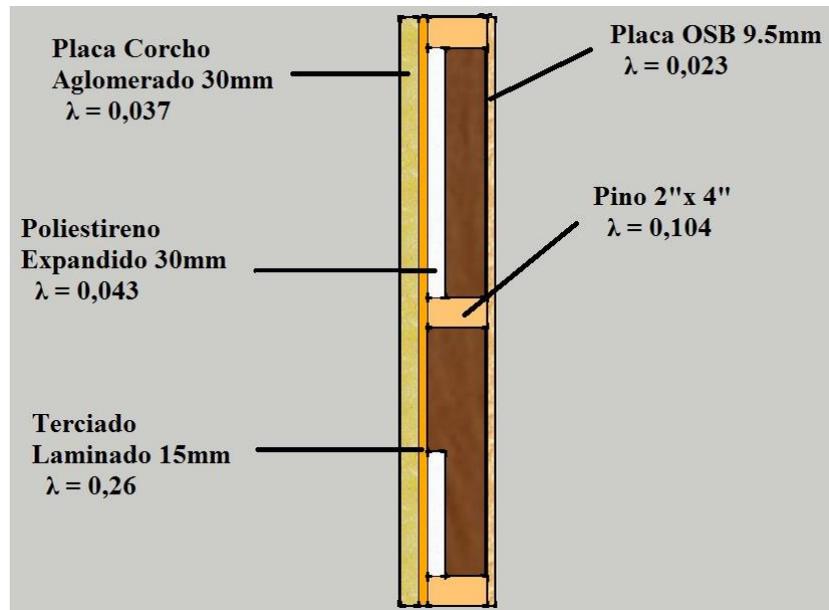
Ciudad	Zona	Piso Ventilado	Zona	Piso Ventilado
Arica	1	3,6	A	3,6
Iquique		3,6		3,6
Antofagasta		3,6		3,6
Copiapó		3,6	B	0,7
La Serena		3,6	C	0,87
Valparaíso	2	0,87	D	0,87
Santiago	3	0,7		0,7
Rancagua		0,7		0,7
Talca	4	0,6	E	0,7
Concepción		0,6		0,6
Temuco	5	0,5	F	0,5
Valdivia		0,5	G	0,39
Puerto Montt		6		0,39
Coyhaique	7	0,32	I	0,32
Punta Arenas		0,32		0,32

Transmitancia térmica mínima en pisos, Actualización P.D.A. [3-10]

### 3.3.1. Materialidad de muros perimetrales con mejoramiento térmico

Los muros perimetrales de la zona seca, están constituidos de la misma materialidad, por la cual los muros a intervenir constan de los siguientes materiales:

- placas OSB de 9mm
- Poliestireno expandido de 50mm
- Terciado de pino insigne de 15mm
- Corcho aglomerado de 30mm.

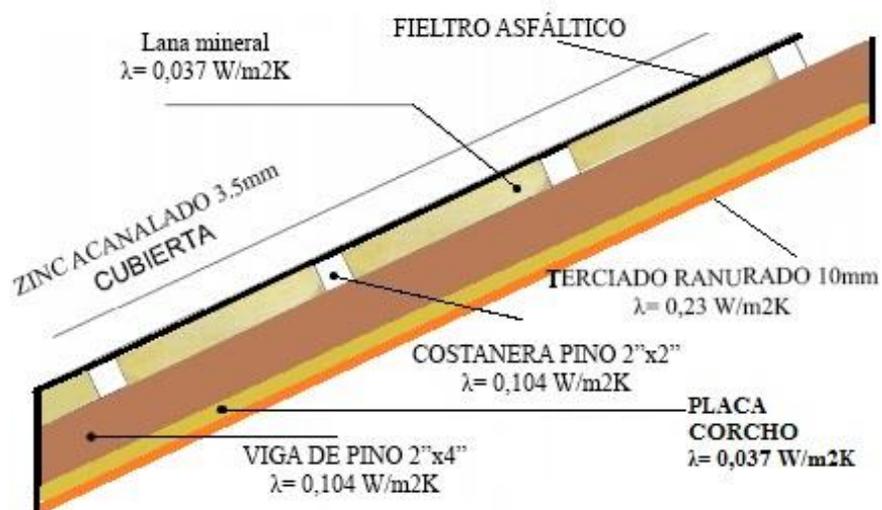


Corte muro de tabiquería zona seca con corcho aglomerado incluido [3-11] (Fuente: Elaboración propia)

### 3.3.2. Materialidad del complejo de techumbre con mejoramiento térmico

El complejo de techumbre es inclinado, y la zona a intervenir constaría de los siguientes materiales:

- Zinc acanalado de 3,5mm
- Fieltro asfáltico
- Costanera de pino 2''x2''
- Viga de pino 2''x4''
- Placa de corcho aglomerado de 30mm
- Terciado ranurado de 10mm.

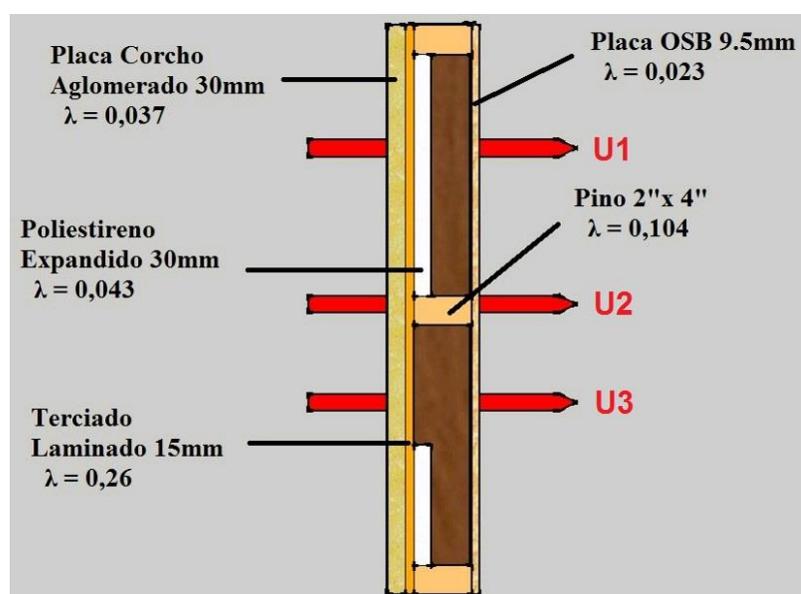


Corte complejo de techumbre a intervenir, materialidad. [3-12] (Elaboración propia)

### 3.4. CÁLCULOS TÉRMICOS DE LA VIVIENDA INCORPORANDO EL CORCHO AGLOMERADO

Seguiremos el mismo procedimiento de cálculo anterior realizado a la vivienda en su condición actual, incluyendo esta vez las placas de corcho aglomerado. Al ser también un elemento heterogéneo, se calcula su Transmitancia por separado para luego ponderar el U ponderado con las fórmulas mencionadas. (ver figuras [-][-])

#### 3.4.1. Cálculos térmicos de muros perimetrales



Corte de muro perimetral a intervenir, elemento heterogéneo [3-13] (Elaboración propia)

Los muros perimetrales de la zona a intervenir constan de U1, U2 y U3. Donde:

U1; pasa por la placa OSB de 9.5mm, poliestireno expandido de 30mm, terciado laminado de 15mm y la placa de corcho aglomerado de 30mm.

Consta de un área total de  $30\text{m}^2$ .

U2; pasa por la placa OSB de 9.5mm, Pino 2"x4", terciado laminado de 15mm y la placa de corcho aglomerado de 30mm.

Consta de un área total de  $7,2\text{m}^2$ .

U3; pasa por la placa OSB de 9.5mm, terciado laminado de 15mm y la placa de corcho aglomerado de 30mm.

Consta de un área total de 16,1 m<sup>2</sup>.

Los cálculos realizados para llegar al resultado final de U ponderado de los muros perimetrales son los siguientes:

$$U1 = \frac{1}{0,12 + (0,041 + 1,16 + 0,058 + 0,81) + 0,05}$$

$$U1 = 0,44 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U2 = \frac{1}{0,12 + (0,041 + 0,058 + 0,96 + 0,81) + 0,05}$$

$$U2 = 0,49 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

$$U3 = \frac{1}{0,12 + (0,041 + 0,058 + 0,81) + 0,05}$$

$$U3 = 0,93 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

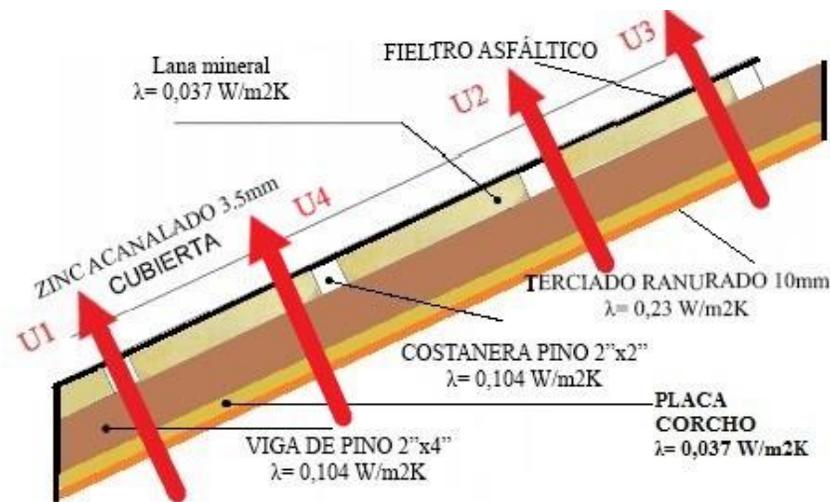
$$U \text{ ponderado} = \frac{13,2 + 3,53 + 14,97}{53,3}$$

$$U \text{ ponderado} = 0,59 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$$

El resultado de U ponderado de los muros perimetrales con la placa de corcho aglomerado incluida es de  $0,59 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Lo cual significa que cumple tanto con la NCh 853 oficializada el año 2007, como con el P.D.A.

### 3.4.2. Cálculos térmicos de techumbre



Corte de complejo de techumbre, elemento heterogéneo. [3-14] (Elaboración propia)

El complejo de techumbre a intervenir consta de U1, U2, U3 y U4. Donde:

U1; pasa por el terciado ranurado de 10mm, viga de pino 2''x4'', costanera pino 2''x2'', lana mineral de 50mm y la placa de corcho aglomerado de 30mm.

Consta de un área total de  $1,55\text{m}^2$ .

U2; pasa por terciado ranurado de 10mm, costanera de pino 2''x2'', lana mineral de 50mm y la placa de corcho aglomerado de 30mm.

Consta de un área total de  $6,47\text{m}^2$ .

U3; pasa por el terciado ranurado de 10mm, viga de pino de 2''x4'', lana mineral de 50mm y la placa de corcho aglomerado de 30mm.

Consta de un área total de  $3,01\text{m}^2$ .

U4; pasa por el terciado ranurado de 10mm, lana mineral de 30mm y la placa de corcho aglomerado de 30mm.

Consta de un área total de  $51,35\text{m}^2$ .

Teniendo un total de  $62,7\text{m}^2$ .

Los cálculos realizados fueron los siguientes:

$$U1 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 0,98 + 0,49 + 1,35 + 1,35) + 0,05}$$

Teniendo como resultado:

<b>U1= 0,22 W/(m<sup>2</sup>/K)</b>
-------------------------------------

$$U2 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 0,49 + 1,35 + 1,35) + 0,05}$$

Teniendo como resultado:

<b>U2= 0,29 W/(m<sup>2</sup>/K)</b>
-------------------------------------

$$U3 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 0,98 + 1,35 + 1,35) + 0,05}$$

Teniendo como resultado:

<b>U3= 0,26 W/(m<sup>2</sup>/K)</b>
-------------------------------------

$$U4 = \frac{1}{0,09 + (0,043 + 1,35 + 1,35) + 0,05}$$

Teniendo como resultado:

<b>U4= 0,34 W/(m<sup>2</sup>/K)</b>
-------------------------------------

$$U \text{ ponderado} = \frac{0,34 + 1,87 + 0,78 + 17,45}{62,7}$$

Teniendo como resultado final de Transmitancia térmica en complejo de techumbres, con solución constructiva de aislación térmica implementada:

$U \text{ ponderado} = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{/K)}$
---

Concluyendo que luego de realizar los cálculos de techumbre incluyendo las placas de corcho aglomerado de 50mm de espesor, cumple con la Nch 853 of 2007, y con la actualización de reglamentación térmica estipulada en el P.D.A. de la región del Bío Bío.

**CAPÍTULO 4:**

**PRESUPUESTO PARA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO TÉRMICO,  
IMPLEMENTANDO CORCHO AGLOMERADO EN LA VIVIENDA**

#### **4.1. PROYECTO: “IMPLEMENTACIÓN DE CORCHO AGLOMERADO EN VIVIENDA COMO SOLUCIÓN TÉRMICA”**

Este proyecto se basa en la implementación de placas de corcho aglomerado en muros perimetrales y techumbre, y cambio de ventanas de las habitaciones por ventanas con termo panel.

##### **4.1.1. Mano Obra**

Para llevar a cabo este proyecto se presupuestará con un maestro y un ayudante como Mano de Obra.

El Maestro considera un sueldo de \$ 500.000 al mes.

El Ayudante considera un sueldo de \$ 350.000 al mes.

Se considera una jornada laboral de 9 horas al día.

Se considerarán como leyes sociales un 29% que se desglosa de la siguiente forma:

##### **Planilla de leyes sociales.**

<b>N°</b>	<b>Item</b>	<b>Cantidad</b>
1	Fondo pensiones	13%
2	Salud	7%
3	Seguro Cesantía	3%
4	Impuesto único	4%
5	Colación	2%
<b>Total</b>		<b>29%</b>

##### **4.1.2. Gastos Generales**

Los gastos generales se consideran de acuerdo a la tabla que se muestra a continuación:

##### **Planilla de gastos generales**

<b>N°</b>	<b>Item</b>	<b>Cantidad</b>
1	Profesionales indirectos	8%
2	Movilización	2%
4	Instalaciones sanitarias provisorias	2%
<b>Total</b>		<b>12%</b>

##### **4.1.3. Utilidades**

Se consideran utilidades de un 10%.

## **4.2. PARTIDAS DEL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE CORCHO AGLOMERADO EN VIVIENDA.**

### **4.2.1. Trabajos previos**

En esta partida se calculará su A.P.U. de forma global.

Se debe desempaquetar las placas de corcho aglomerado de su envoltura, con la finalidad de que estas se adecúen a la temperatura ambiente del lugar para evitar así futuras compresiones o dilataciones en el material. Las placas deben quedar por 24 horas apiladas fuera de su envoltura, por lo cual a partir de las 24 horas se deben realizar las partidas de colocación de dichas placas.

Se debe limpiar toda la superficie de muros perimetrales, con paños limpios y humedecidos sólo con agua, ya que la incorporación de agentes químicos como limpiadores líquidos pueden implicar una deficiencia al momento de unir las placas al muro con adhesivo de contacto. Debe quedar sin ningún tipo de suciedad, grasa o irregularidades, así como también retirar todos los clavos que puedan entorpecer la unión de la placa con la pared.

### **4.2.2. Retiro de revestimiento actual**

En esta partida se calculará el A.P.U. de retiro de revestimiento existente por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

Se debe retirar todo el revestimiento que cubre el cielo de la zona seca de la vivienda, lo cual comprende living-comedor y habitaciones. Dicho revestimiento se debe apilar un lugar determinado, con extremo cuidado de no deteriorar, con la finalidad de volver a utilizarlo.

### **4.2.3 Retiro de ventanas existentes**

En esta partida se calculará el A.P.U. por unidad (un).

Se deben retirar las ventanas ubicadas en las habitaciones, lo cual consta de 2 ventanas, de un metro por un metro, y de un metro por un metro y medio. Dichas ventanas se deben desechar ya que serán reemplazadas.

#### 4.2.3. Instalación Corcho Aglomerado en muros

En esta partida se calculará el A.P.U. de instalación de corcho aglomerado en muros por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

Se deben colocar placas de corcho aglomerado en toda la superficie interior de muros perimetrales. Dichas placas se deben unir a la pared mediante adhesivo de contacto, el cual se debe esparcir de forma uniforme en la placa de corcho y en la pared, ayudándose de un rodillo para lograr mayor uniformidad, luego de unir las, también se deben utilizar tornillos para fijar estas placas con mayor eficacia.

#### 4.2.4. Instalación de Corcho Aglomerado en Cielos

En esta partida se calculará el A.P.U. de instalación de corcho aglomerado en cielos por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

Se deben instalar las placas de corcho aglomerado en toda la superficie del cielo existente, fijando dichas placas mediante tornillos.

#### 4.2.5. Colocación revestimiento de cielo

En esta partida se calculará el A.P.U. de colocación de revestimiento de cielo por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

Se debe colocar el revestimiento anteriormente retirado del cielo, fijándolo mediante tornillos

#### 4.2.6. Colocación de ventanas termo panel

En esta partida, al ser ventanas de diferente medida, se calculará el A.P.U. de colocación de ventanas termo panel como partida global (Gl).

Se deben instalar ventanas termo panel nuevas, en donde se retiraron anteriormente las ventanas que fueron desechadas, estas se deben fijar con silicona.

#### 4.2.7. Limpieza Final

En esta partida, al ser un conjunto de actividades dentro de una sola partida, se calculará su A.P.U. como global (Gl).

Se debe barrer toda la zona interior intervenida de la vivienda, retirar los excedentes de materiales que queden apilados en la vivienda.

### 4.3. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>			
APU:	Trabajos previos	Unidad	GL
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

<b>A MATERIALES</b>					
Nº	Ítem	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Paños de limpieza	kg	1	\$3.231	\$ 3.231
Total					\$ 3.231

<b>MANO DE OBRA</b>					
Nº	Ítem	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Maestro	HH	2,5	\$2.778	\$ 6.945
2	Ayudante	HH	2,5	\$1.944	\$ 4.860
	desgaste de herramienta 3%				\$ 354
Sub Total					\$ 11.805
29% leyes Sociales					\$ 3.423
Total					\$ 15.228

<b>Total costo directo</b>	<b>\$ 18.459</b>
----------------------------	------------------

Observaciones:

Se infiere que un maestro y un ayudante demoran dos horas y media en realizar limpieza de muros y desempaquetar las placas de corcho de su envoltura.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>			
APU:	Retiro revestimiento de cielo	Unidad	m2
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

<b>MANO DE OBRA</b>					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,1	\$2.778	\$278
2	ayudante	hh	0,1	\$1.944	\$194
	Desgaste de herramientas 3%				\$14
Sub Total					\$486
29% leyes Sociales					\$141
Total					\$627

<b>Total costo directo</b>	<b>\$627</b>
----------------------------	--------------

Observaciones:

Consideramos en desgaste de herramientas de un 3%, y inferimos que un maestro más un ayudante demoran alrededor de 5 minutos en retirar un metro cuadrado de revestimiento.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Retiro de ventanas existentes	Unidad	UN
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,75	\$2.778	\$ 2.084
2	ayudante	HH	0,75	\$1.944	\$ 1.458
Sub Total					\$ 3.542
29% leyes Sociales					\$ 1.027
Total					\$ 4.569
<b>Total costo directo</b>					<b>\$ 4.569</b>

Observaciones:

Inferimos que un maestro más un ayudante se demoran aproximadamente 45 minutos en retirar una ventana, teniendo los cuidados correspondientes

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Colocación de corcho aglomerado en muros	Unidad	m2
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

MATERIALES					
Nº	Ítem	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	tornillos	bolsa	0,06	\$3.231	\$194
2	pegamento	Unid.	1	\$383	\$383
3	placa de corcho	unid	1	\$8.980	\$8.980
Total					\$9.557

MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	maestro	HH	0,2	\$2.778	\$556
2	ayudante	HH	0,2	\$1.944	\$389
	desgaste de herramientas 3%				\$28
Sub Total					\$944
29% leyes Sociales					\$274
Total					\$1.218

**Total costo directo \$10.775**

Observaciones:

Utilizaremos alrededor de 8 tornillos por metro cuadrado y un tarro de 180cc de adhesivo de contacto por metro cuadrado. Las placas de corcho vienen en medidas de 1 metro x 50 centímetros, por ende, consideramos dos unidades por metro cuadrado.

Inferimos en que un maestro más un ayudante demoran aproximadamente 10 a 12 minutos en colocar un metro cuadrado de corcho aglomerado en la pared.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Instalación corcho aglomerado en cielo	Unidad	m2
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	tornillo	bolsa	0,08	\$3.231	\$258
2	placa corcho	Unid.	1	\$8.980	\$8.980
Total					\$ 9.238

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,15	\$2.778	\$ 417
2	ayudante	hh	0,15	\$1.944	\$ 292
	desgaste de herramienta 3%				\$ 21
Sub Total					\$ 708
29% leyes Sociales					\$ 205
Total					\$ 914

**Total costo directo \$ 10.152**

Observaciones:

Las placas de corcho serán fijadas solo mediante pernos, utilizando aproximadamente 12 a 15 pernos por metro cuadrado, al igual que la partida anterior utilizaremos dos placas de corcho aglomerado en un metro cuadrado, e inferimos que un maestro más un ayudante se demoran aproximadamente de 5 a 8 minutos en instalar un metro cuadrado

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Colocación revestimiento cielo	Unidad	m2
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	tornillos	bolsa	0,15	\$3.231	\$ 485
Total					\$ 485

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,15	\$2.778	\$ 417
2	ayudante	hh	0,15	\$1.944	\$ 292
	desgaste de herramienta 3%				\$ 21
Sub Total					\$ 708
29% leyes Sociales					\$ 205
Total					\$ 914

**Total costo directo \$ 1.398**

Observaciones:

Se reutiliza el revestimiento de cielo anteriormente retirado, fijándolo mediante tornillos, estimando la utilización de 8 a 12 tornillos por metro cuadrado. Inferimos que un maestro más un ayudante demoran entre 5 a 8 minutos en instalar un metro cuadrado de revestimiento de cielo.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>			
APU:	Colocación de ventanas termo panel	Unidad	GL
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

<b>A MATERIALES</b>					
Nº	Ítem	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Total
	ventana 1x1.2	Unid.	1	\$52.641	\$52.641
1	ventanas 1x1	Unid.	1	\$49.720	\$49.720
2	silicona	Unid.	1	\$3.280	\$3.280
Total					\$53.000

<b>C MANO DE OBRA</b>					
Nº	Ítem	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	maestro	HH	2,5	\$2.778	\$6.945
2	ayudante	HH	2,5	\$1.944	\$4.860
Sub Total					\$11.805
29% leyes Sociales					\$3.423
Total					\$15.228

Total costo directo	<b>\$68.228</b>
---------------------	-----------------

Observaciones:

Esta partida es global ya que se utilizan dos tipos de ventanas que varían en su precio, al ser dos ventanas inferimos que un maestro más un ayudante demoran aproximadamente 2 horas y media en realizar esta partida.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>			
APU:	Limpieza final	Unidad	GL
Proyecto:	Mejoramiento térmico con placas de corcho aglomerado	Cantidad:	1

<b>A MATERIALES</b>					
Nº	Ítem	Unid.	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	bolsas de basura	rollo	1	\$802	\$802
2	Escobillón	Unid.	1	\$802	\$802
3	Pala	Unid.	1	\$802	\$802
Total					\$2.406

<b>C MANO DE OBRA</b>					
Nº	Ítem	Unid.	Cantidad	Precio Unit.	Total
1	ayudante	HH	3	\$1.944	\$5.832
Sub Total					\$5.832
29% leyes Sociales					\$1.691
Total					\$7.523

Total costo directo	<b>\$9.929</b>
---------------------	----------------

Observaciones: Se infiere que un ayudante es suficiente para realizar esta partida, en un tiempo total de 3 horas.

#### **4.4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

<b>PRESUPUESTO</b>					
Proyecto:	<b>COLOCACIÓN DE PLACAS DE CORCHO AGLOMERADO COMO AISLANTE TÉRMICO EN VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE CORONEL</b>				
Nº	Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
1	Trabajos previos	GL	1	\$ 18.459	\$ 18.459
2	Retiro de revestimiento de Cielo	M2	62,73	\$ 627	\$ 39.358
3	Retiro de ventanas existentes	UN	2	\$ 4.569	\$ 9.137
4	Colocación de corcho aglomerado en muros	M2	59,04	\$ 10.775	\$ 636.164
5	Instalación corcho aglomerado en cielo	M2	62,73	\$ 10.152	\$ 636.847
6	Colocación revestimiento cielo	M2	62,73	\$ 1.398	\$ 87.719
7	Colocación de ventanas pvc	GL	1	\$ 68.228	\$ 68.228
8	Limpieza final	GL	1	\$ 9.929	\$ 9.929
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 1.505.841</b>
Gastos Generales 12%					\$ 180.701
Utilidades 10%					\$ 168.654
19% IVA					\$ 352.487
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 2.207.684</b>

El costo del presupuesto para la colocación de placas de corcho aglomerado como aislante térmico en vivienda ubicada en la comuna de Coronel, asciende al monto de \$1.505.841.

Los gastos generales considerados correspondientes a un 12%, ascienden a un monto de \$180.701.

Las utilidades consideradas correspondientes a un 10%, ascienden a un monto de \$168.654.

El impuesto al valor agregado corresponde a un 19%, el cual asciende a un monto de \$352.487.

Luego de considerar lo anterior, el precio total de nuestra propuesta de mejoramiento térmico en dicha vivienda, asciende un monto de \$2.207.684.

## CONCLUSIONES

El corcho aglomerado es un material de construcción, que se comercializa por paneles y una de sus principales propiedades es su Transmitancia térmica y su resistencia al fuego, su fácil transporte e instalación, lo que no requiere mano de obra calificada para su colocación. Este material se encuentra dentro del listado oficial de materiales de construcción aprobados por el MINVU.

2. Se analizó la situación actual térmica de una vivienda ubicada en la comuna de Coronel, la cual dio como resultado

un  $u$  ponderado en la zona seca de  $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

	Exigencia Norma	Resultados antes de la propuesta	Resultados después de la propuesta
<b>Muros perimetrales</b>			
Zona Húmeda	0,6 W/m <sup>2</sup> K	0,58 W/m <sup>2</sup> K	---
Zona Seca		1,81 W/m <sup>2</sup> K	0,59 W/m <sup>2</sup> K
<b>Techumbre</b>			
Zona Húmeda	0,33 W/m <sup>2</sup> K	0,26 W/m <sup>2</sup> K	---
Zona Seca		0,61 W/m <sup>2</sup> K	0,32 W/m <sup>2</sup> K

concluyendo que estos resultados no cumplían tanto con la normativa vigente Nch 853 of 2007, como con la próxima actualización del reglamento térmico (PDA).

Se propuso un mejoramiento térmico para la vivienda ubicada en la comuna de Coronel, a base de corcho aglomerado, interviniendo los muros perimetrales y el complejo de techumbre de la zona seca, además se propuso reemplazar las ventanas actuales de los dormitorios por ventanas termo panel.

Se presupuestó el mejoramiento térmico propuesto, incorporando los materiales, mano de obra y desgaste de herramienta correspondiente, lo cual asciende a un monto de \$2.207.684, el cual incluye los gastos generales, utilidades e impuestos del valor agregado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Gerardo Valverde, El estándar passivhaus en Chile, 2da edición, Universidad del Bío-Bío, Chile, 2016.
- MINVU-DITEC, Listado oficial de soluciones constructivas para acondicionamiento térmico, edición 11, 2014.
- INN Chile, Aislación térmica – Requisitos de rotulación de materiales aislantes, 2da edición, 2010.
- E. Torres Álvarez, Experiencias sobre regeneración natural de alcornoque, Universidad de Huelva, 2003.
- G. Montero, Regeneración de alcornocales, Ecología 8va edición, 1994.
- Angel Navarrete, Reglamentación térmica en la edificación, P.D.A, Noviembre 2017

## **LINKOGRAFÍA:**

- SERVIU, Cálculo de Transmitancia, [http://xi.serviu.cl/pda/presentacion\\_calculo\\_de\\_transmitancia.pdf](http://xi.serviu.cl/pda/presentacion_calculo_de_transmitancia.pdf)
- Barnacork, Colocar corcho en pared, [https://www.youtube.com/watch?v=hgp91ggo\\_cw](https://www.youtube.com/watch?v=hgp91ggo_cw).
- Agnieszka Stepień, Breve historia del aislamiento térmico, <http://aislamientoysostenibilidad.es/del-homo-habilis-al-homo-sapiens-breve-historia-del-aislamiento-termico/>
- Cámara Chilena de la construcción, Acondicionamiento térmico de vivienda existente, [http://www.energia.gob.cl/sites/all/modules/custom/energia\\_core/resources/Manual\\_Acondicionamiento\\_Termico.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/all/modules/custom/energia_core/resources/Manual_Acondicionamiento_Termico.pdf)

