

2021

ANALISIS TERMICO PARA UNA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE CORONEL Y PROPUESTA DE MEJORA

VASQUEZ VENEGAS, ALAN IGNACIO

<https://hdl.handle.net/11673/53312>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

**SEDE CONCEPCION REY BALDUINO DE BELGICA
CONCEPCION.**

**ANALISIS TERMICO PARA UNA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE CORONEL Y
PROPUESTA DE MEJORA**

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

Alumnos:

Cristian Andrés Parra
González

Alan Ignacio Vásquez Venegas

Profesor guía:

Sr. Carlos Obando Aguilar

2021

Resumen del proyecto

Este trabajo busca analizar y proponer soluciones de acondicionamiento térmico en una vivienda situada en la comuna de coronel ya que como sabemos a lo largo de su historia siempre se ha buscado la manera de poder refugiarse tanto del frío como del calor. Por esta sencilla razón la vivienda la cual analizamos fue fundamental para analizar su situación de acondicionamiento térmico para así aislarla de las altas y/o bajas temperaturas de la intemperie.

Dado esto mientras más se ha avanzado en las civilizaciones por otro lado también se 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 la situación de la vivienda una vez evaluada bajo cálculos de transmitancia térmicas ya sea para muros, ventanas, techumbres y pisos. Los cuales nos ayudaran a observar en que condiciones se encuentra cada uno de sus elementos y así determinar si estos cumplen con los parámetros que exige la normativa vigente en nuestro país. De lo contrario si estos elementos evaluados no llegan a cumplir con las exigencias se les propondrá soluciones constructivas las cuales nos ayudaran a acondicionar la vivienda y cumplir con los parámetros exigidos.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
EXPOSICION DEL PROBLEMA.....	8
JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	9
METODOLOGIA PROPUESTA.....	10
OBJETIVO DEL PROYECTO.....	11
MARCO TEORICO.....	12
MARCO NORMATIVO.....	14
CAPITULO I: SITUACION ACTUAL QUE PRESENTA LA VIVIENDA	
EN LA EN LA COMUNA DE CORONEL.....	15
1.1 UBICACIÓN.....	15
1.2 ENVOLVENTE TERMICA DE LA SITUACION ACTUAL.....	16
1.3 NORMA CHILENA NCH 853	21
1.4 CALCULO TRAMITANCIA TERMICA VIVENDA ACTUAL.....	25
CAPITULO II: PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO	
PARA VIVIENDA DE LA COMUNA DE CORONEL.....	32
2.1 SOLUCION PARA MUROS	32
2.2 SOLUCION PARA PISOS	34
2.3 SOLUCION PARA TECHUMBRE	35
2.4 SOLUCION PARA VENTANAS.....	37
2.5 VENTILACION TERMICA	39

CAPITULO III: DISEÑO Y CALCULO DE MEJORAS DE	
ACONDICIONAMIENTO TERMICO PARA VIVIENDA UBICADA EN	
LA COMUNA DE CORONEL.....	40
3.1 CALCULO VALOR U DEL PISO PROPUESTO PARA SOLUCION TERMICA	
DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.....	40
3.2 CALCULO VALOR U DEL MURO PROPUESTO PARA SOLUCION TERMICA	
DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.....	41
3.3 CALCULO VALOR U DE LA VENTANA PROPUESTO PARA	
SOLUCION TERMICA DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.....	42
3.4 CALCULO VALOR U DEL TECHO PROPUESTO PARA SOLUCION TERMICA	
DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.....	45
CONCLUSION.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	48

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.....	16
FIGURA 2.....	17
FIGURA 3.....	18
FIGURA 4.....	19
FIGURA 5.....	20
FIGURA 6.....	32
FIGURA 7.....	33
FIGURA 8.....	33
FIGURA 9.....	34
FIGURA 10.....	34
FIGURA 11.....	35
FIGURA 12.....	36
FIGURA 13.....	37
FIGURA 14.....	38
FIGURA 15.....	38
FIGURA 16.....	40
FIGURA 17.....	41
FIGURA 18.....	42
FIGURA 19.....	45

INDICE IMÁGENES

IMAGEN 1	15
IMAGEN 2	22
IMAGEN 3	23
IMAGEN 4	39

INDICE TABLAS

TABLA 1	24
TABLA 2	25
TABLA 3	43

Introducción

En el presente informe tratare sobre la situación actual térmica que presenta una vivienda ubicada en la comuna de coronel, Si bien cierto hoy en día es bastante fundamental el tener una casa bien acondicionada térmicamente porque no solo ayuda el tener un buen confort térmico, sino que también contribuye a un mejor futuro, a un futuro libre de polución como por ejemplo en el invierno o en tiempos de humedad y frio. Por otra parte, siguiendo con la temática, detallaremos a través de imágenes de elaboración propia, sus cortes ya sea de elevación como de composición de los elementos constructivos. Por otro lado, nos enfocaremos en las normativas vigentes de nuestro país, la cual dictan o establecen los parámetros necesarios para cumplir con los requerimientos mínimos de que un elemento constructivo este bien acondicionado térmicamente, también desglosando las principales formulas, unidades de medidas, etc. En base a esto se analizará cada uno de los elementos que compone la envolvente térmica de la vivienda en cuestión, para así de alguna manera acreditar a través de cálculos de transmitancia térmica que esta presenta severos problemas de acondicionamiento térmico, y, por último, se llevara a cabo un análisis y propuesta de mejora que se planteara acorde a lo que solicita la normativa del PDA y también haciendo noción a la Nch853, etc. Se detallará cada uno de los elementos que pueden ser modificados teniendo como respaldo los cálculos correspondientes a estos, llevando a cabo sus soluciones acordes a nuestro criterio, los cuales serán mostrados con detalle en el desarrollo del proyecto.

Exposición del problema

Uno de los grandes desafíos pendientes en el área de la construcción, tiene que ver con el acondicionamiento térmico en las viviendas. Si bien la reglamentación actual, dicta los parámetros necesarios o mínimos que debe cumplir una construcción nueva, relata que existe una infinidad de viviendas existentes, construidas antes de 2001, año de entrada en vigencia de esta reglamentación, que no se rigieron bajo la norma de acondicionamiento térmico establecido.

En Chile, debido a los cambios climáticos en todo el país, se han observado diferentes tipos de problemas de habitabilidad, mientras que en las regiones centro y sur principalmente en la comuna de Coronel, el principal problema es la falta de acondicionamiento térmico en las casas, lo cual se refleja en invierno, cuando las temperaturas interiores son bajas y la humedad es alta, teniendo siempre en cuenta de que una mala envolvente o aislación térmica en lugares como estos pueden provocar riesgos de enfermedades, aparición de el moho, filtración del frío y de agua de lluvia, etc. Provocada por la baja condensación de la zona. Dado esto existen parámetros mínimos por los cuales hay que regirse para así dar una solución térmica para una vivienda, dichos parámetros son dictados por la Nch 853 of 2007 y el plan de prevención y descontaminación atmosférica, de acuerdo con lo anterior evaluaremos una vivienda ubicada en la comuna de coronel con el fin de evaluar la envolvente de la vivienda, calcular su situación actual y si es necesario proponer una solución constructiva de aislación térmica que se rija por las normas ya antes mencionadas.

Justificación del proyecto

Al enfrentar esta problemática presente en los domicilios de la comuna de coronel, la cual se busca entregar una propuesta de mejora de acondicionamiento térmico, que apunte a acondicionar las viviendas, asegurándose de que se cumplan con las normas vigentes de transmitancia térmica acordadas en la norma chilena NCh.853.

Como constructores presentamos este tema para aquellas viviendas que poseen un mal confort térmico en la envolvente de la vivienda, para que puedan tener una experiencia agradable las personas que habitan en sus domicilios dando un confort y un buen acondicionamiento térmico.

Por esta razón nuestra finalidad es calcular la transmitancia térmica de los elementos que se compone la vivienda, ya que esto nos servirá para proponer una solución de mejoramiento térmico si fuese necesario, estas soluciones presentadas serán bajo un manual de acondicionamiento térmico el cual nos servirá como guía para proponer dichas soluciones.

METODOLOGIA PROPUESTA

Para obtener información de nuestro proyecto realizaremos la siguiente metodología

- Se basa primeramente en la recopilación de información sobre normas que nos hablen sobre el tema de acondicionamiento térmico.
- Evaluaremos una vivienda en la comuna de coronel que haya sido construida antes del año 2001.
- Aplicaremos cálculos de transmitancia térmica de su envolvente rigiéndonos según lo que diga la Nch 853 of 2007.
- Compararemos los resultados obtenidos con la normativa antes mencionada y con el plan de prevención y descontaminación atmosférica.
- Realizaremos los mismos cálculos de transmitancia térmica, pero a estos le incorporaremos una mejora o solución constructiva si es necesario.

.

Objetivos del proyecto

Objetivo general:

- Propuesta de acondicionamiento térmico para una vivienda ubicada en la comuna de coronel.

Objetivos específicos:

- Revisar la normativa chilena vigente relacionada con acondicionamiento térmico.
- Calcular la transmitancia térmica de los elementos que compone la vivienda y compararla con la normativa vigente.
- Dar a conocer las exigencias de plan de prevención y descontaminación atmosférica.
- Proponer mejoras de acondicionamiento térmico a la vivienda.

Marco teórico

Si miramos la existencia humana, la historia de la vivienda han variado drásticamente a lo largo del tiempo y los siglos; tamaño, materiales, altura, diseño, tipo, etc. Desde las cuevas de nuestros ancestros cavernícolas o las casas hechas de paja y tierra con una duración de más de cien años, hasta la primera casa imprimida en 3D en su totalidad.

Hubo sin duda alguna muchas necesidades y deseos que empujaron de alguna manera al hombre a dominar nuevas formas de energía y buscar nuevos materiales, pero es dudoso que alguno fuese tan importante como la necesidad y el deseo de construir, el hombre siempre ha necesitado protegerse de la intemperie. La evolución en la construcción de las casas ha sido bastante rápida en el siglo XXI, se empezó a usar el adobe como material de construcción, así como la madera. En el siglo XIX, definitivamente el cemento y los ladrillos dieron paso a la construcción de casas con material noble al usarse los ya mencionados, material con que se puede construir casas de dos, tres y hasta cuatro pisos o más

Transmitancia térmica U: Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre los ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en $W/(m^2 \cdot K)$.

Envolvente térmica: Elementos perimetrales de las edificaciones que las separan del ambiente exterior (aire, terreno, agua), de un espacio contiguo abierto o un espacio no acondicionado.

Conductividad térmica: cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesos unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras se expresa en $W/(m \cdot K)$

Resistencia térmica: oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción.

Marco normativo

Principales normas en las cuales se basará la investigación de nuestro trabajo para desarrollar cada uno de los capítulos.

- **NCh3137 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas - Cálculo de transmitancia térmica.**

Esta norma especifica los métodos para el cálculo de la transmisión térmica de ventanas y puertas de acceso peatonal que consisten en paneles vidriados y/u opacos ajustados a un marco, con y sin contraventana. Esta norma considera: diferentes tipos de vidriado, paneles opacos al interior de la ventana o puerta, varios tipos de marcos, la resistencia térmica adicional que introducen los diferentes tipos de contraventanas cerradas.

- **Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la región del Bio-Bio.**

El plan de prevención y descontaminación atmosférica en Concepción es un plan desarrollado por el PDA Concepción y que busca disminuir la contaminación dentro de la ciudad en cuanto a la calefacción respecta, pero a su vez también busca mejorar la calidad de la infraestructura de las viviendas en esta zona, por ende, al momento de entrar en vigencia exigirá estándares aún más altos para la construcción de viviendas nuevas en la zona de Concepción metropolitano.

- **NCH 853 acondicionamiento térmico – envolvente térmica de edificios – cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.**

Esta norma establece los procedimientos de cálculo para determinar las resistencias y transmitancias térmicas 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 y aislaciones térmicas de envolventes en la edificación.

CAPITULO I: SITUACION ACTUAL QUE PRESENTA LA VIVIENDA EN LA COMUNA DE CORONEL.

1.1 UBICACIÓN

La vivienda se encuentra ubicada en la comuna de coronel en la región del bio-bio. Entre las calles las tepas colindante con el norte y los sauces colindante con el oeste.

La entrada por la puerta principal de la vivienda se encuentra accediendo por el lado este del domicilio el cual se muestra en la imagen 1.

Imagen 1



1.2 ENVOLVENTE TERMICA DE LA SITUACION ACTUAL.

La composición de la envolvente térmica de la vivienda cuenta con muros, ventanas, piso y techo.

El domicilio comprende de un área de 84,38 m² el cual se puede mostrar en el plano de planta de la figura 1.

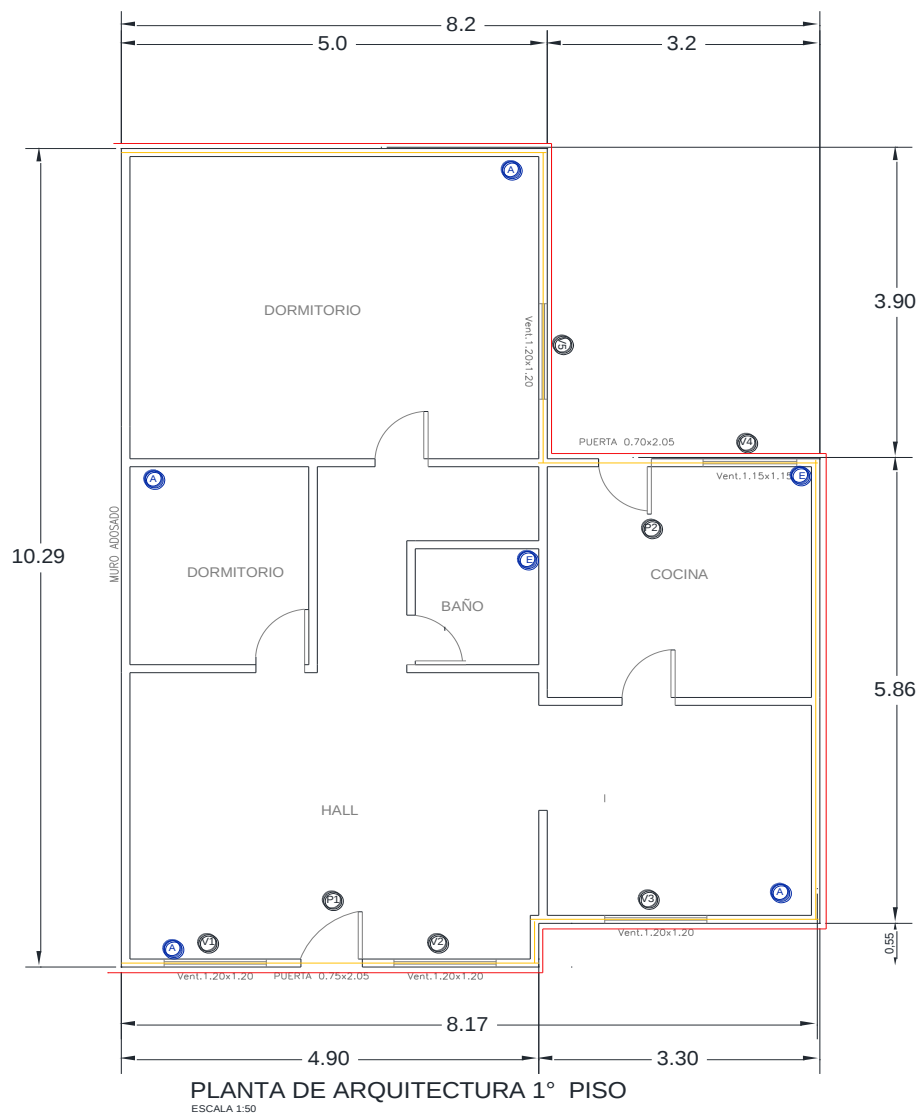
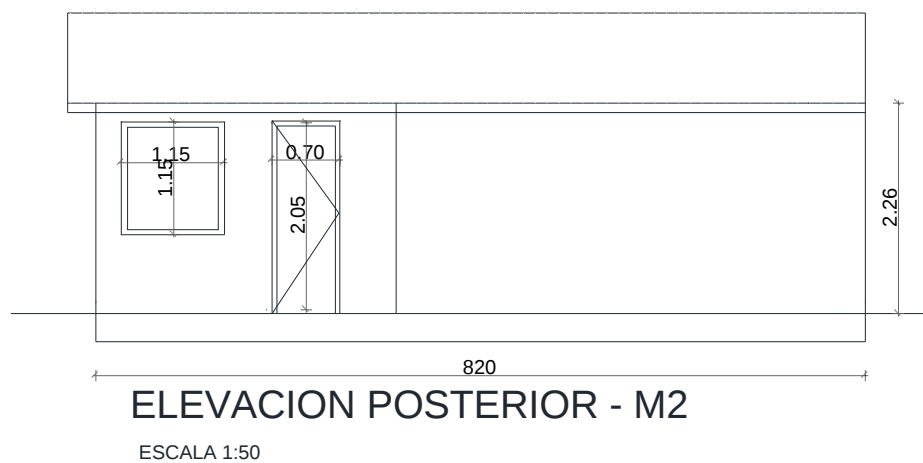
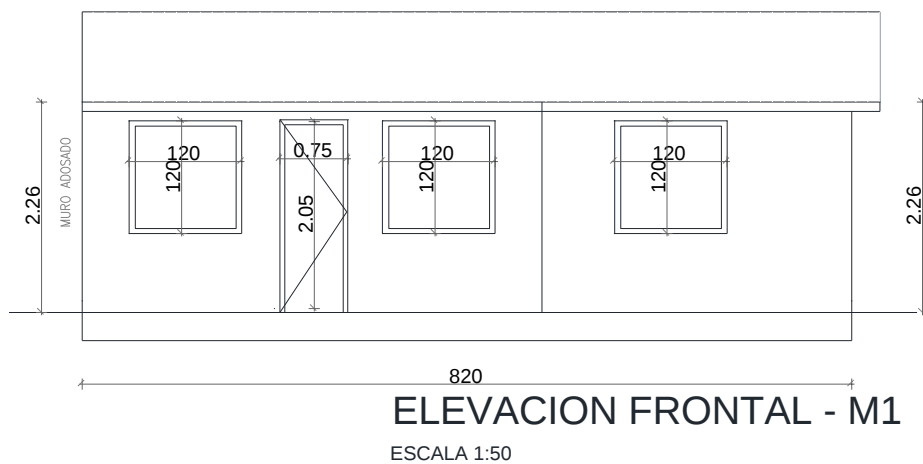


Figura 1

Elaboración propia: Plano planta situación actual del domicilio.

En esta figura 2 se puede ver un corte de la elevación de la vivienda la cual cuenta con una altura de 2.26 metros.

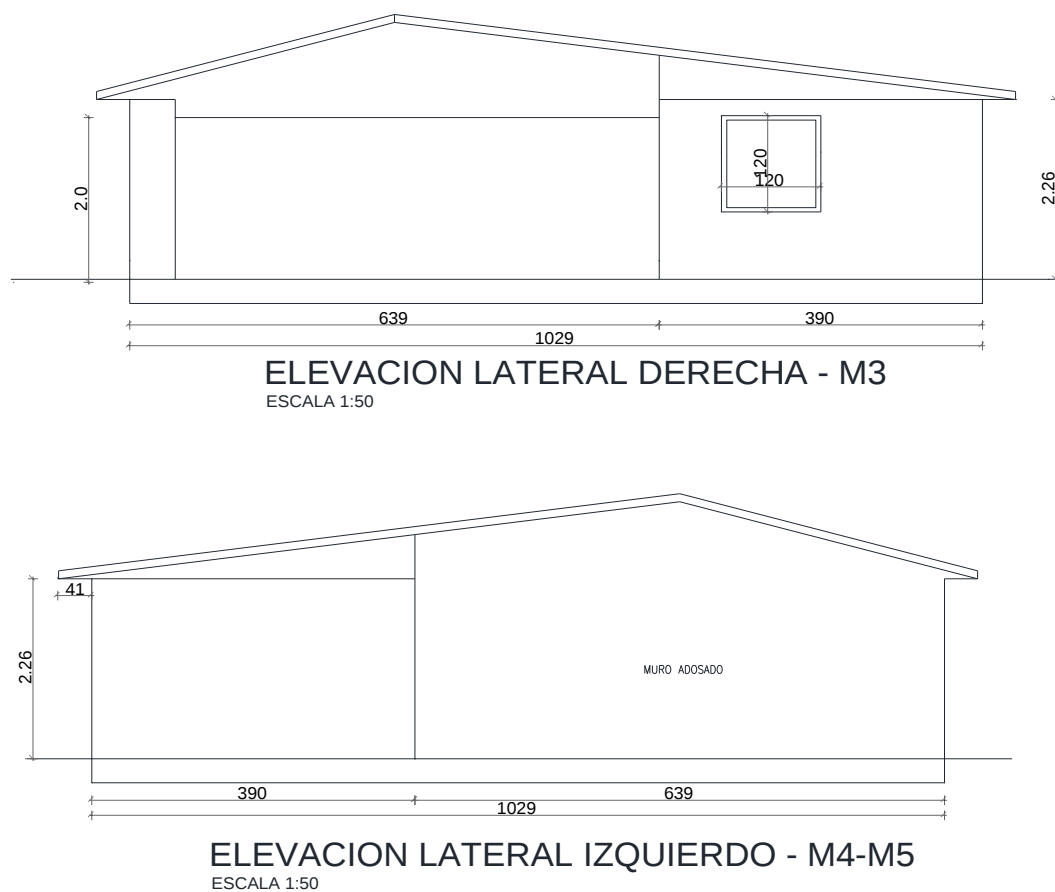
Figura 2



Elaboración propia: Vista de corte elevación frontal y posterior de la vivienda.

En la figura 3 se puede mostrar un corte de elevación lateral de la vivienda la cual cuenta con una altura de 2.26 metros, el cual en el M4-M5 es un muro adosado.

Figura 3



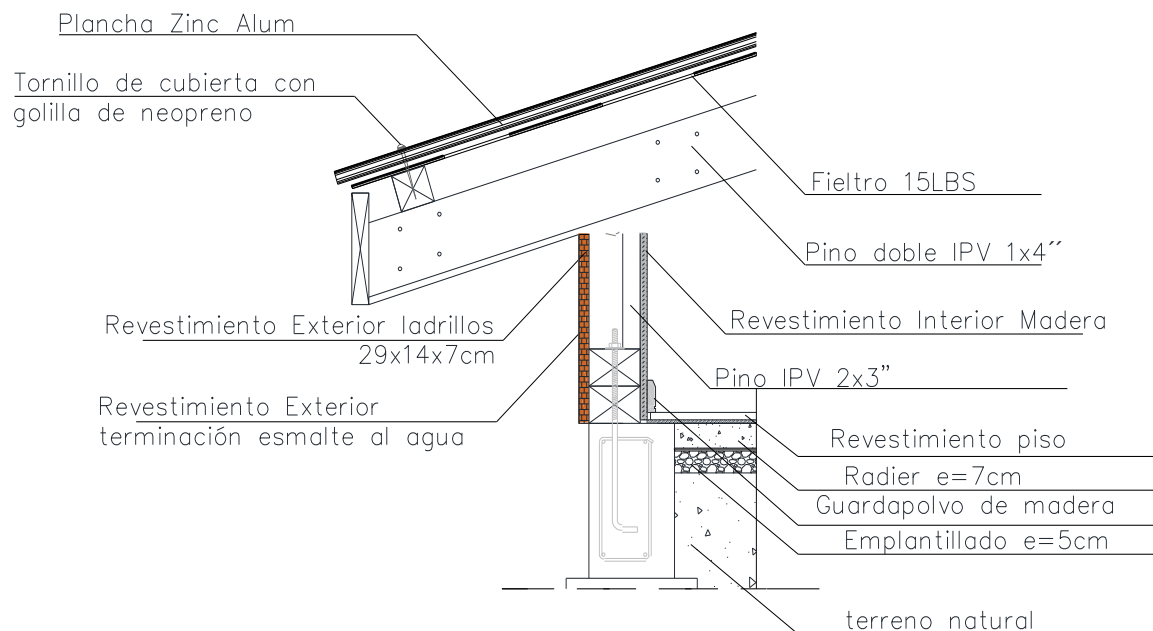
Elaboración propia: Vista de corte elevación laterales

Uno de los elementos verticales de la vivienda son muros de albañilería el cual está compuesto por ladrillos de 29x14x7cm tal como se indica en el detalle de muro y con un espesor de mortero de 1.5 cm. También podemos observar que tiene como terminación en la parte exterior con un esmalte de agua.

En la figura 4 también podemos observar cómo está compuesto la cubierta la cual está posee una plancha de zinc de 0,40 mm de espesor y un fieltro asfáltico de 15 lbs.

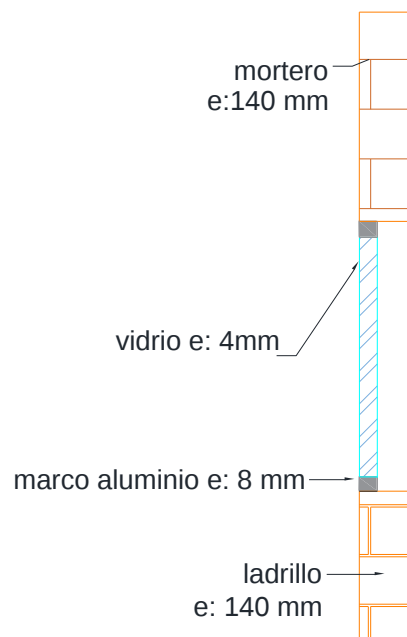
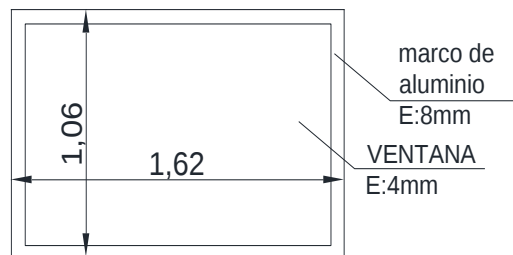
Y por último podemos observar que la vivienda cuenta con un piso el cual se muestra sus detalles desde el terreno natural, donde el radier tiene un espesor de 7 centímetros y como revestimiento contiene baldosas cerámicas de espesor 8 milímetros.

Figura 4



Elaboración propia: Esquema en corte de piso, muro y techo de la vivienda.

Figura 5



Elaboración propia: Esquema en corte de una ventana

En la figura 5 podemos apreciar un detalle de ventana, esta posee un área de $1,72 \text{ m}^2$, donde su espesor del vidrio es de 4 mm y posee un marco de aluminio de 8 mm.

1.3 NORMA CHILENA NCH 853.

Para poder calcular la transmitancia térmica de los elementos que compone la vivienda primeramente debemos tener conocimiento en que consiste esta norma, ya sea para aplicar de manera efectiva sus respectivas fórmulas para hacer el cálculo de transmitancia térmica, conocer sus respectivas exigencias, cuando aplicar sus respectivas resistencias térmicas superficiales, etc.

APLICACIÓN DE LA NORMA

Esta norma establece los procedimientos de cálculo para determinar las resistencias y transmitancias térmicas 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.

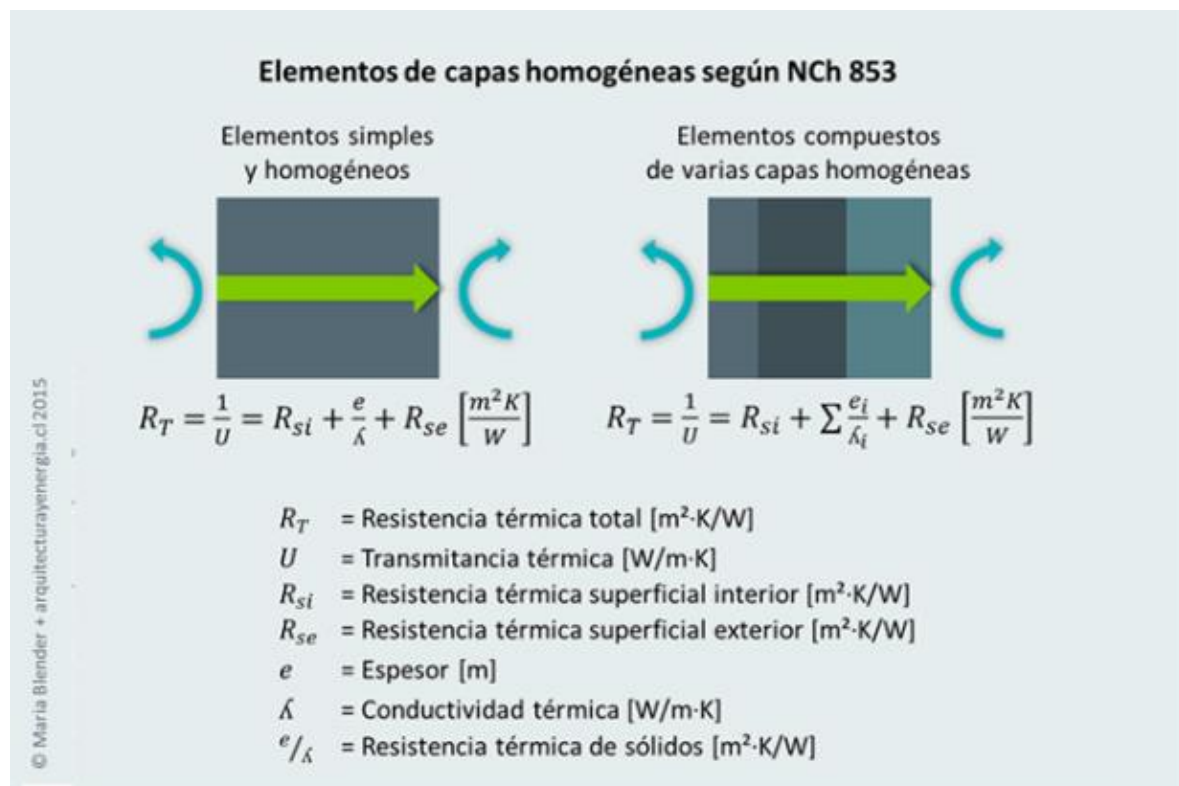
El cálculo según esta norma es una de las alternativas que ofrece la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) para demostrar el cumplimiento de la Reglamentación Térmica.

La norma contiene las definiciones, símbolos y unidades físicas de los conceptos relacionados con la transmitancia térmica, además los valores de las resistencias térmicas de superficie, y una gran cantidad de ecuaciones para calcular la transmitancia térmica de los elementos constructivos de diferentes características.

Elementos de capas homogéneas

Las principales ecuaciones de la norma son para los elementos simples homogéneos y los elementos compuestos por varias capas homogéneas. En que se diferencian estas en que la de elementos simples y homogéneos solo me muestra como calcular con un solo material tomando en cuenta sus respectivas resistencias térmica exterior e interior, y por otro lado la de elementos compuestos por varias capas homogéneas podemos calcular varios materiales y al igual que la anterior esta conserva sus respectivas resistencias térmicas superficiales exterior e interior.

Imagen 2

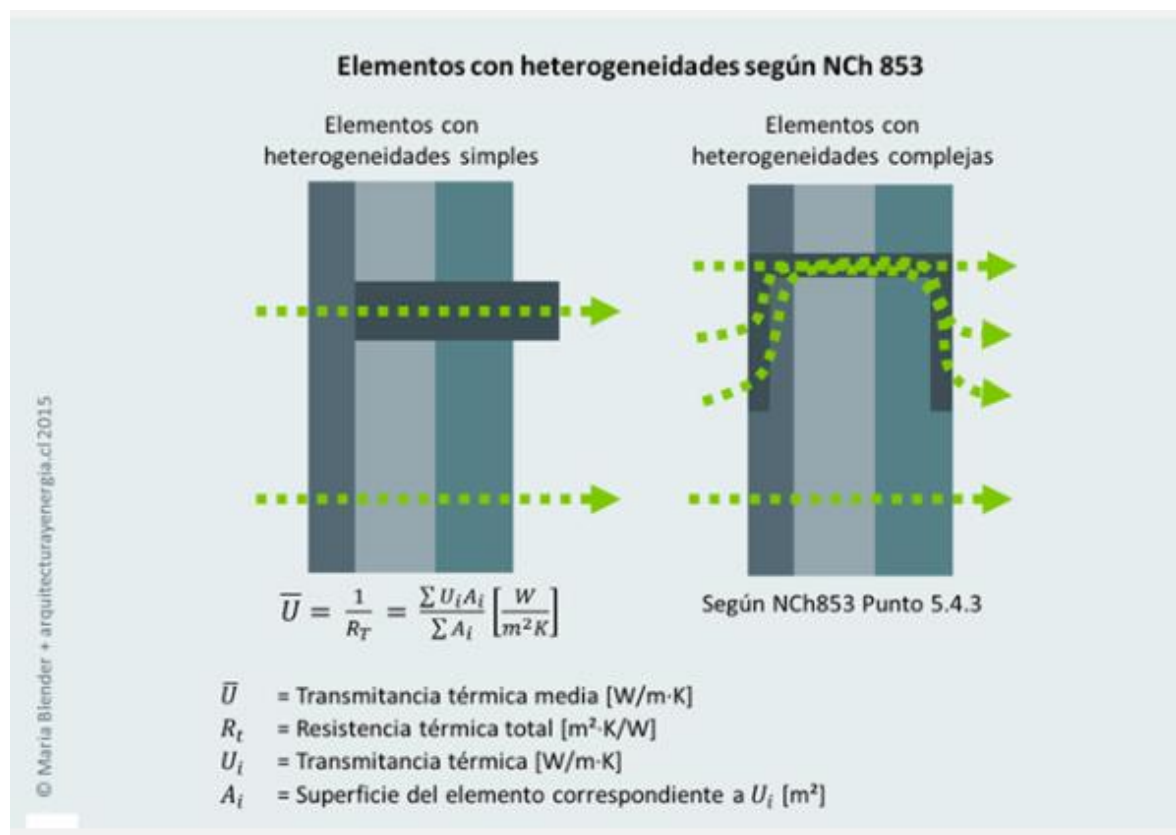


Elementos heterogéneos

Se habla de elementos con heterogeneidades simples en el caso de muros con pilares o de techos con vigas macizas, donde los flujos de calor son siempre perpendiculares a las caras del elemento. En este caso se pondera las transmitancias térmicas de los diferentes sectores de la superficie.

Los elementos heterogéneos complejos son aquellos donde se generan flujos de calor en direcciones no perpendiculares a las caras del elemento. Son por ejemplo perfiles metálicos con nervio y alas. En este caso la norma considera que por sobre los valores calculados son válidos los resultados de ensayos.

Imagen 3



Resistencias térmicas superficiales

En la tabla 1 se dan los valores resistencia térmica superficial, que se debe considerar para los cálculos señalados en esta norma, según el sentido del flujo de calor, la posición y situación del elemento separador y la velocidad del viento.

Tabla 1

Resistencias térmicas de superficie en m ² 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_{se}	R_{re}	$R_{se} + R_{re}$	R_{si}	R_{re}	$R_{si} + R_{re}$
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

NOTAS

- Estos valores se han obtenido experimentalmente por el método de NCh851.
- Los valores de esta tabla corresponden a velocidades del viento en el exterior menores que 10 km/h. Para velocidades superiores se debe considerar $R_{re} = 0$.
- Bajo condiciones de pérdidas térmicas por parte del local (invierno), en general, el flujo de calor es ascendente a través de techumbres y descendente a través de los pisos.
- Bajo condiciones de ganancias térmicas por parte del local (verano), en general, el flujo de calor es ascendente a través de los pisos y descendente a través de las techumbres.

Elementos con cámaras de aire

Las fórmulas y figuras para elementos con cámaras de aire no son fáciles de usar. Se dan para cámaras de aire no ventiladas, medianamente ventiladas y muy ventiladas.

Si una cámara de aire está conectada con el ambiente interior del edificio, el aire caliente y húmedo puede entrar al elemento constructivo y encontrarse con capas frías y condensar.

Si una cámara de aire está conectada solo con el exterior, pero no está bien ventilada, puede provocar la acumulación de humedad provocando daños a la construcción.

1.4 CALCULO TRANSMITANCIA TERMICA VIVIENDA ACTUAL.

El Plan de prevención y descontaminación atmosférica actualmente es el que rige los parámetros de transmitancia térmica que se deben cumplir en una envolvente de una vivienda.

Para saber calcular la transmitancia térmica primero que todo debemos tener conocimiento de ciertas vigencias y términos que rige la normativa del país. Esta norma nos indica que las viviendas que requieran de una mejora de acondicionamiento térmico deben respetar ciertos estándares que exige El PPDA, el cual nos establece que cada vivienda debe cumplir con un cierto porcentaje de transmitancia térmica en la envolvente del recinto, el cual podemos observar en la tabla N°2.

Tabla 2

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U (W/M k)	0,33
Muro		0,60
Piso ventilado		0,60
Ventana		3,60
Puerta		1,70

Fuente: (PPDA, 2018)

Antes de entrar en los cálculos relacionados a transmitancia térmica debemos conocer cuáles son sus principales formulas, unidades de medidas y sobre todo explicar de qué trata lo que vamos a calcular.

Conductividad Térmica (λ);

es la propiedad de los materiales que mide la capacidad de conducción del calor y en estricto rigor mide la cantidad de calor que pasa a través del aislante o material de una superficie y espesor dado cuando la diferencia de temperatura entre sus caras es de 1 °K (o 1°C que es lo mismo en magnitud) y se mide en W/mK, donde W es Watts (unidad de energía calórica), m es metros y K es grados Kelvin.

La Resistencia Térmica (R_T)

tal como lo indica su nombre, es la capacidad de un material aislante o de la envolvente de una vivienda de resistirse u oponerse al paso del calor, y se mide en [m²K/W]. Para obtener una alta resistencia térmica, que es objetivo para una vivienda confortable y de bajo consumo energético.

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

Transmitancia Térmica (U)

consiste en la cantidad de calor que pasa por un material o elemento de la envolvente por una superficie y espesor dado cuando la diferencia de temperaturas es de 1°K entre cada lado. En estricto rigor corresponde a simplemente el inverso de la Resistencia Térmica (R_T) y su unidad será W/m²

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Para obtener el U de transmitancia térmica de la envolvente de la vivienda actual en la comuna de coronel se debe utilizar la siguiente formula:

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

RSI: Resistencia térmica de superficie al interior, (m² K/W)

RSE: Resistencia térmica de superficie al exterior, (m² K/W)

e: Espesor del material, (m). (es muy importante trabajar en metros)

λ: Conductividad térmica del material, (W/(m K))

DETERMINACION DEL VALOR U DEL MURO DE ALBAÑILERIA DE LA VIVIENDA ACTUAL.

En la figura 4 podemos ver el detalle de muro de albañilería el cual consta de 2 elementos. Está compuesto por ladrillos 29x14x7 cm y un mortero de 1,5 cm, también podemos apreciar un revestimiento de esmalte de agua, pero no lo contaremos ya que no nos aporta térmicamente, dado a que su conductividad es muy baja.

Según la tabla 1 que podemos observar en la página 24 podemos ver que para elementos verticales el valor de RSI =0,12 y RSE=0,05.

Valor U Tramitancia térmica del ladrillo:

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,14}{0,52} + 0,05} = 2,28 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{k)}$$

Valor U Tramitancia térmica mortero:

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,14}{1,4} + 0,05} = 3,7 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{k)}$$

Como podemos observar, en este caso se debe llevar a cabo el U de transmitancia térmica ponderado, ya que el muro consta de 2 elementos

$$U = \frac{(U_l \cdot A_l) + (U_m \cdot A_m)}{A_l + A_m}$$

U_l: Valor U de transmitancia térmica del ladrillo (W/(m²*K))

A_l: área del ladrillo (m²).

U_m: Valor U de transmitancia térmica del mortero (W/(m²*K)).

A_m: área mortero (m²)

El área de un ladrillo es de 0,29x0,07= **0,0203m²** y el área de un mortero para un ladrillo es (0,29x0,015) +(0,086x0,015) = **0,0056m²**

$$U = \frac{(2,28 * 0,0203) + (3,7 * 0,0056)}{0,0203 + 0,0056} = 2,59(W/m^2 * k)$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un 0,60(W/m² * k) de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 2 pagina 25 en el valor de muros, esto quiere decir que nuestro muro de albañilería de la vivienda en la comuna de coronel se encuentra fuera de norma,

DETERMINACION DEL VALOR U DEL PISO DE LA VIVIENDA ACTUAL.

En la figura 4. Podemos observar el detalle de la vivienda con un revestimiento de baldosas de cerámicos con espesor de 8 mm. Y un radier de hormigón de 70 mm.

También debemos saber que para calcular la transmitancia térmica tenemos que saber la conductividad térmica de los elementos que componen el piso, donde la conductividad de las baldosas cerámicas es de $1,75 (W/m^2 * k)$, y la conductividad térmica de el radier (hormigón) es de $1,63 (W/m^2 * k)$.

Según la tabla 4 en la página 26 nos indica que para elementos horizontales los valores de RSI= 0,17 y RSE=0,05.

Al aplicar la fórmula para determinar el valor U de transmitancia térmica de los elementos obtenemos:

$$U = \frac{1}{0,17 + \frac{0,008}{1,75} + \frac{0,07}{1,63} + 0,05} = 3,73 (W/m^2 * k)$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un $0,60 (W/m^2 * k)$ de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 5 pagina 30 en el valor de pisos ventilados, esto quiere decir que nuestro piso compuesto de baldosas cerámicas y radier de la vivienda en la comuna de coronel se encuentra fuera de norma.

DETERMINACION DEL VALOR U DE UNA VENTANA DE LA VIVIENDA ACTUAL.

En la figura 5. De la página 20, podemos observar que tal ventana corresponde a un elemento simple y homogéneo, que se compone de un vidrio de espesor = 4mm y marcos de aluminio de espesor = 8mm. Donde el marco de aluminio corresponderá a un 15% del área y el vidrio un 85%

Debemos determinar la conductividad térmica de los elementos que componen esta ventana, donde la conductividad térmica del vidrio es de $1,2 (W/m^2 * k)$ y la conductividad térmica del marco de aluminio es de $58 (W/m^2 * k)$

Según la tabla 1, en la página 24 podemos ver que para elementos verticales el valor de $RSI = 0,12$ y $RSE = 0,05$.

Valor U Tramitancia térmica del vidrio:

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,004}{1,2} + 0,05} = 5,77 (W/m^2 * k)$$

Valor U Tramitancia térmica del marco de aluminio:

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,008}{210} + 0,05} = 5,88 (W/m^2 * k)$$

Como podemos observar, en este caso se debe llevar a cabo el U de tramitancia térmica ponderado, ya que la ventana consta de 2 elementos

$$U = \frac{(U_l * A_l) + (U_m * A_m)}{A_l + A_m}$$

U_l : Valor U de transmitancia térmica del aluminio ($W/(m^2 * K)$)

A_l : área del aluminio (m^2).

U_m : Valor U de transmitancia térmica del vidrio ($W/(m^2 * K)$).

A_m : área vidrio (m^2)

El área de un vidrio es de 0,85m² y el área de un marco de aluminio es de 0,15m²

$$U = \frac{(5,88 * 0,15) + (5,77 * 0,85)}{0,15 + 0,85} = 5,79(W/m^2 * k)$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un 3,60(W/m² * k) de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 2 pagina 25 en el valor de ventanas, esto quiere decir que nuestra ventana de la vivienda en la comuna de coronel se encuentra fuera de norma.

DETERMINACION DEL VALOR U DEL TECHO DE LA VIVIENDA ACTUAL.

En la figura 4. Podemos observar el detalle de techumbre de la vivienda, la cual está compuesta de madera pino doble IPV 1x4 el cual tiene un espesor de 0,05 mm Y un fieltro asfáltico de 15 lbs el cual no lo consideraremos ya que su conductividad térmica es muy baja.

También debemos saber que para calcular la transmitancia térmica tenemos que saber la conductividad térmica de los elementos que compone el techo donde la conductividad del pino IPV 1x4 es de 0,104 (W/m² * k).

Según la tabla 1 en la página 24 nos indica que para elementos horizontales los valores de RSI= 0,10 y RSE=0,10.

Valor U de transmitancia térmica para techos:

$$U = \frac{1}{0,10 + \frac{0,05}{0,104} + 0,10} = 1,47 (W/m^2 * k)$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un 0,33(W/m² * k) de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 2 pagina 25 en el valor de techos, esto quiere decir que nuestro techo de la vivienda en la comuna de coronel se encuentra fuera de norma.

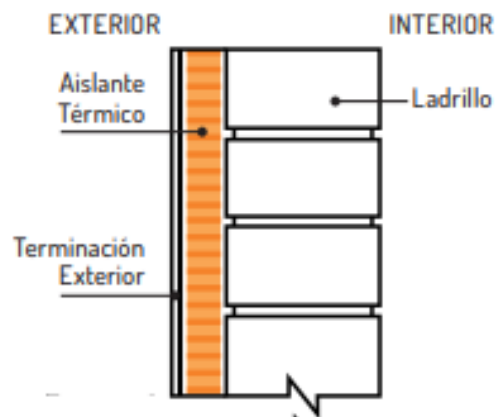
CAPITULO II: PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO TERMICO PARA VIVIENDA DE LA COMUNA DE CORONEL.

Para el acondicionamiento térmico de nuestras viviendas debemos considerar medidas o soluciones para aumentar el aislamiento térmico en los elementos constructivos (muros, pisos, techumbre y ventanas), reducir las infiltraciones de aire, disminuir el (riesgo) de sobrecalentamiento y utilizar un sistema de calefacción eficiente y no contaminante. En el contexto climático de la comuna de coronel, para una vivienda construida con materiales macizos (hormigón y/o albañilería) como lo es nuestra vivienda, se recomienda aislar la envolvente por el exterior, aprovechando así la masa térmica expuesta al interior.

2.1 SOLUCIONES PARA MUROS.

“Los muros o tabiques perimetrales tienen la función de aislar la vivienda del exterior, o de una edificación vecina, pudiendo además cumplir funciones estructurales. Pueden estar contruidos en diferentes materiales, destacando los tabiques con entramado de madera o metálicos, y muros de albañilería y hormigón armado. La ubicación y forma de instalación de la solución de aislación, dependerá de la materialidad que cuenten los muros”. (Manual_CDT, 2016).

Figura 6

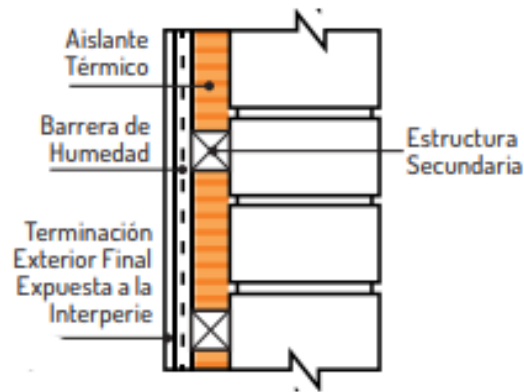


Fuente: [manual_CDT_2016.pdf](#)

Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Adosado a Cara Exterior. Ver Figura

Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Confinado en Cara Exterior. Ver figura 7.

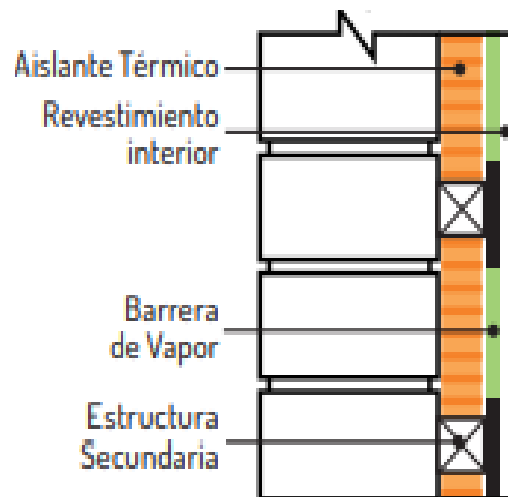
Figura 7



Fuente: [manual CDT 2016.pdf](#)

Muro de Albañilería de Ladrillo con Aislante Térmico Confinado en Cara Interior. Ver en la figura 8.

Figura 8



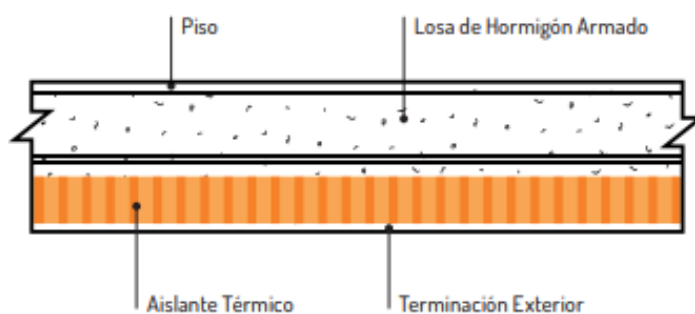
Fuente: [manual CDT 2016.pdf](#)

2.2 SOLUCION PARA PISOS.

“Los pisos están encargados de separar el interior de la vivienda del terreno natural, o bien, del ambiente exterior cuando se trata de un volumen superior sobresaliente. Adicionalmente, existe la variante denominada piso ventilado, cuando el conjunto de piso no está en contacto con el terreno. Si bien solo esta última alternativa está normada dentro de la Reglamentación Térmica, en todas es posible considerar soluciones que mejoren la aislación térmica. Resulta complejo mejorar térmicamente los pisos y losas una vez construidos. Sin embargo, es una solución económica y efectiva considerarla durante el proceso constructivo”. (Manual_CDT, 2016)

Piso con Losa con Aislación Térmica en Cara Exterior. Ver figura 9.

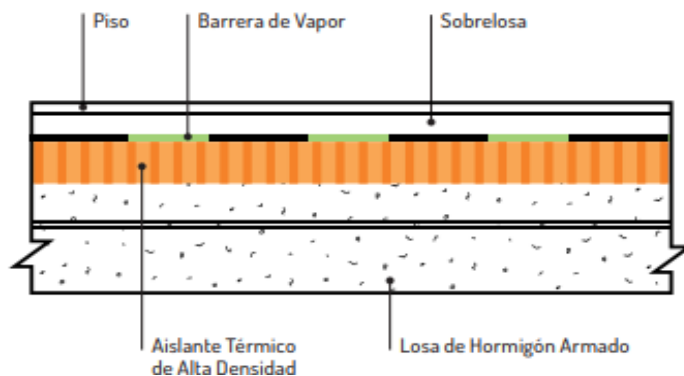
Figura 9.



Fuente: [manual_CDT_2016.pdf](#)

Piso con Losa con Aislante Térmico Adosado en Cara Interior. Ver figura 10.

Figura 10.



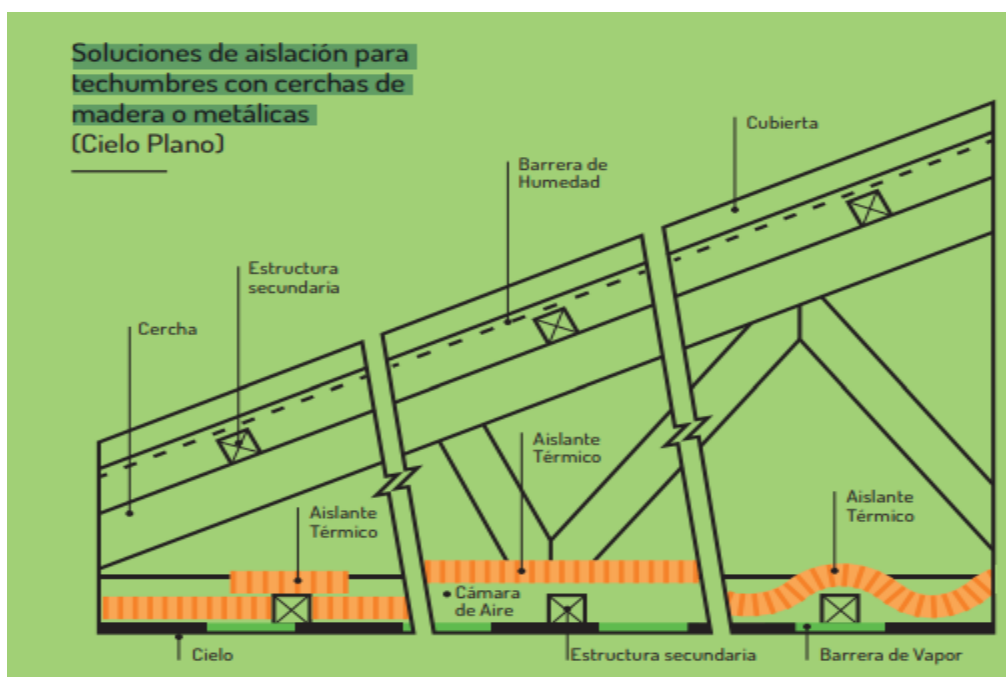
Fuente: [manual_CDT_2016.pdf](#)

2.3 SOLUCION PARA TECHUMBRES.

“La solución de techumbre comprende desde el cielo interior hasta la cubierta, incluyendo cadenas, vigas y aislación térmica en su interior. De acuerdo con la tipología de la techumbre, se puede distinguir entre una techumbre caliente y una fría. La primera ocurre cuando se genera un espacio útil tipo mansarda y la segunda, cuando se genera un espacio sin uso y preferentemente ventilado. También existe la posibilidad que la solución de techumbre mantenga las vigas (o tijerales) a la vista”. (Manual_CDT, 2016)

Soluciones de aislación para techumbres con cerchas de madera o metálicas. Ver figura 11.

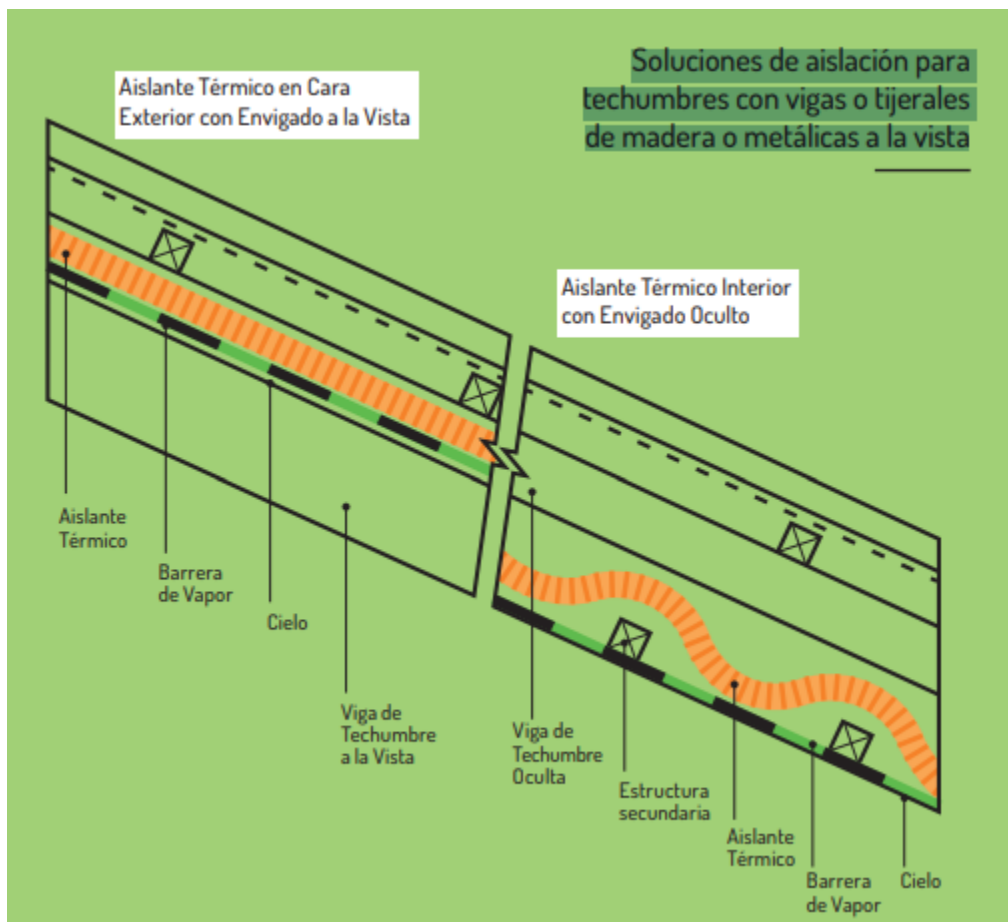
Figura 11.



Fuente: [manual_CDT_2016.pdf](#)

Soluciones de aislación para techumbres con vigas o tijerales de madera o metálicas a la vista. Ver figura 12.

Figura 12.



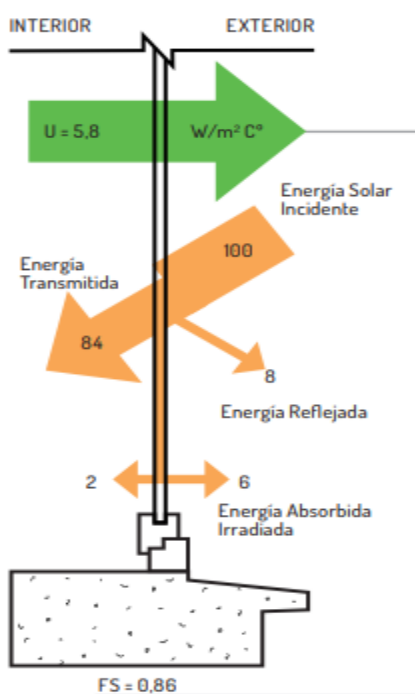
Fuente: [manual_CDT_2016.pdf](#)

2.4 SOLUCION VENTANAS

“Una de las formas más simples de reacondicionar térmicamente una vivienda, pero no necesariamente la más económica, es mediante la sustitución de ventanas simples por ventanas con doble vidrio hermético (DVH) o termo panel. Esto permite aumentar la resistencia térmica que ofrece la ventana, además de aumentar su aislación acústica. En una vivienda, dado que lo más relevante es conservar el calor (en nuestro clima), mientras menor sea la transmitancia térmica de la ventana, mejor”. (Manual_CDT, 2016)

Vidriado siempre claro. Ver figura 13.

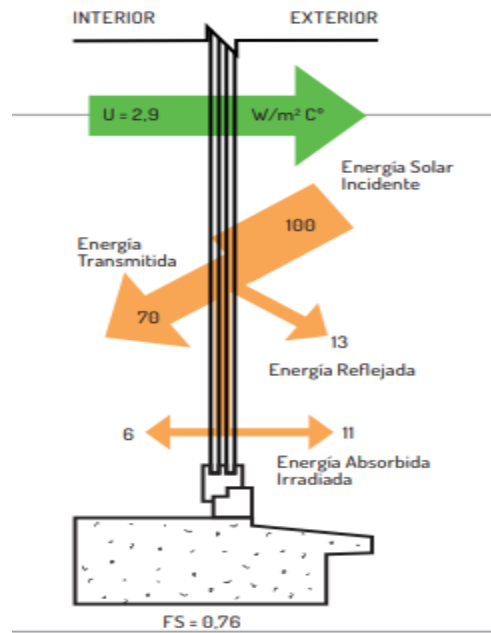
Figura 13



Fuente: [manual_CDT_2016.pdf](#)

Doble vidriado hermético. Ver figura 14.

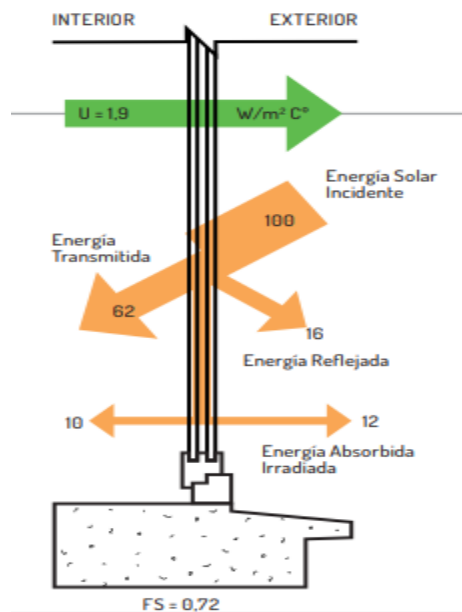
Figura 14.



Fuente: [manual CDT 2016.pdf](#)

Doble Vidriado Hermético (Vidriado Baja Emisividad). Ver figura 15.

Figura 15.

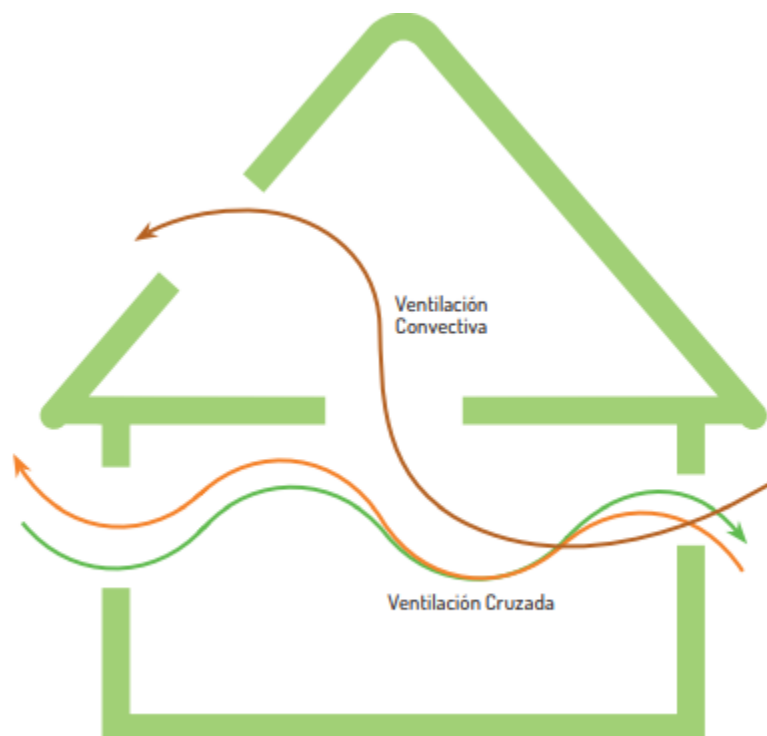


Fuente: [manual CDT 2016.pdf](#)

2.5 VENTILACION TERMICA.

Cuando las condicionantes exteriores lo permiten (temperatura, velocidad del viento, ruido, etc.) el medio más simple para enfriar los ambientes es la ventilación térmica. Esta se logra mediante la abertura de ventanas en fachadas opuestas, las que por diferencia de presiones de viento, generan movimiento y renovación de aire en el interior de la vivienda. Existe además la posibilidad de utilizar la ventilación convectiva, haciendo uso de las diferencias de altura en una vivienda y de la estratificación de aire que se produce por su temperatura y densidad. A medida que el aire se calienta, se vuelve menos denso y tiende a subir, pudiendo ser extraído por medio de aberturas y reemplazado por aire fresco que ingresa, preferentemente, por aberturas situadas en la parte inferior de la vivienda.

Imagen 4.



Fuente: [manual CDT 2016.pdf](#)

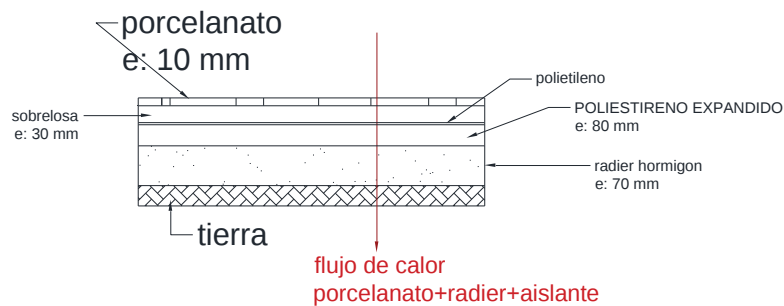
CAPITULO III: SOLUCIONES Y CALCULO DE MEJORAS DE ACONDICIONAMIENTO TERMICO PARA VIVIENDA UBICADA EN LA COMUNA DE CORONEL.

En este capítulo podremos observar el diseño de la vivienda con sus mejoras aplicadas las cuales fueron presentadas en el capítulo anterior, calcularemos sus respectivas transmitancia térmica para así evidenciar que tales soluciones dan resultado y cumplen con la normativa.

3.1 CALCULO DEL VALOR U DEL PISO PROPUESTO PARA SOLUCION TERMICA DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.

En la figura 16 podemos observar la solución térmica de la envolvente para pisos, el cual cuenta con un porcelanato de 10mm de espesor, con un radier de 70mm de espesor con una sobre losa de 30 mm y un elemento aislante, poliestireno expandido de 80 mm de espesor.

Figura 16



Elaboración propia: esquema para envolvente de pisos nueva.

La conductividad térmica para el porcelanato es de $1,75(W/(m^{\circ}K))$, la conductividad térmica para hormigón en masa con grava normal es de $1,63(W/(m^{\circ}K))$ y para poliestireno expandido el valor de conductividad térmica es de $0,0384 (W/(m^{\circ}K))$

Según la tabla 1 en la página 24 nos indica que para elementos horizontales los valores de $RSI= 0,17$ y $RSE=0,05$.

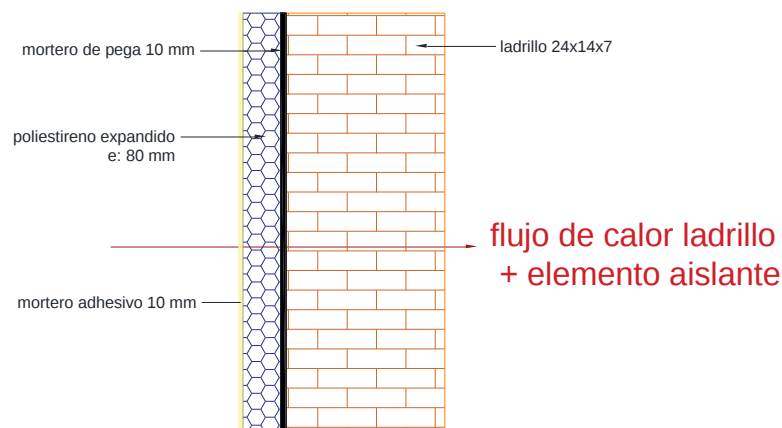
$$U = \frac{1}{0,17 + \frac{0,01}{1,75} + \frac{0,07}{1,63} + \frac{0,03}{1,63} + \frac{0,08}{0,0384} + 0,05} = 0,42(W/m^2 * k)$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un $0,60(W/m^2 * k)$ de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 2 pagina 25 en el valor de pisos ventilados, esto quiere decir que nuestro piso compuesto de porcelanato, radier y poliestireno expandido de la vivienda en la comuna de coronel cumple con la normativa.

3.2 CALCULO DEL VALOR U DEL MURO PROPUESTO PARA SOLUCION TERMICA DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.

En la figura 17 podemos observar la solución térmica de la envolvente para muros, el cual cuenta con ladrillo de 140mm espesor, un aislante térmico de poliestireno expandido de 50mm de espesor y yeso cartón de 10mm. De espesor.

Figura 17



Elaboración propia: esquema para envolvente de muro nuevo

La resistencia térmica del ladrillo más el mortero equivale a $3,7(w/m*k)$, este dato ya tiene incluido los valores de resistencia térmica interior y exterior

Para el poliestireno expandido el valor de conductividad térmica es de $0,0384 (W/(m*K))$.

Para el mortero de pega la conductividad térmica es de $1,13(W/(m*K))$. y para el mortero adhesivo es de $1,40(W/(m*K))$.

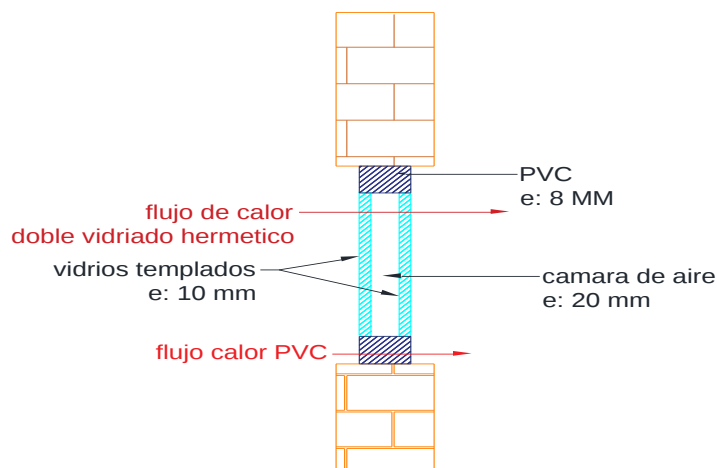
$$U = \frac{1}{0,37 + \frac{0,01}{1,13} + \frac{0,08}{0,0384} + \frac{0,01}{1,4}} = 0,40(W/m^2 * k)$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un $0,60(W/m^2 * k)$ de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 2 pagina 25 en el valor de muros, esto quiere decir que nuestro muro compuesto de ladrillos mortero, yeso cartón y poliestireno expandido de la vivienda en la comuna de coronel cumple con la normativa.

3.3 CALCULO DEL VALOR U DE LA VENTANA PROPUESTO PARA SOLUCION TERMICA DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.

En la figura 18 se puede observar que corresponde a 2 vidrios templados de 10mm de espesor, una Cámara de aire no ventilada de 20mm de espesor y marcos de PVC de 8mm. De espesor.

Figura 18



Elaboración propia: esquema para envoltente de ventana nueva.

Según la Tabla 1. Para flujo horizontal en elementos verticales los valores para RSI y RSE son $0,12(m^2 * K/W)$ y $0,05(m^2 * K/W)$ respectivamente.

Este caso debe llevarse a cabo por medio de un U de transmitancia ponderado, ya que el doble vidriado hermético consta de 2 elementos.

Según la norma NCh853 para elementos con cámaras ventiladas, ya sea madera, vidrio, hormigón y ladrillos, el valor total de emisividad es de 0,82, como nuestra ventana cuenta con una Cámara de aire de 20 mm de espesor, tal parámetro de 0,165 lo agregaremos a nuestra fórmula para calcular la resistencia térmica de nuestra ventana.

Tabla 3

Tabla C.1 - Resistencia térmica por unidad de superficie de cámaras de aire no ventiladas -
Cámaras de aire verticales, flujo térmico horizontal

Espesor de la cámara, mm	Emisividad total, E			
	0,82	0,20	0,11	0,05
	Resistencia térmica, R_g , m ² x K/W			
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,140	0,28	0,32	0,38
15	0,155	0,35	0,43	0,51
20	0,165	0,37	0,46	0,55
25	0,165	0,37	0,46	0,55
30	0,165	0,37	0,46	0,55
35	0,165	0,37	0,46	0,55
e ≥ 40	0,165	0,37	0,46	0,55

Valor U de transmitancia térmica del vidrio más Cámara de aire.

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,01}{1,05} + \frac{0,01}{1,05} + 0,165 + 0,05} = 2,82(\text{W/m}^2 \cdot \text{k})$$

Valor U de transmitancia térmica del PVC.

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,08}{0,16} + 0,05} = 1,49(\text{W/m}^2 \cdot \text{k})$$

Como podemos observar, en este caso se debe llevar a cabo el U de transmitancia térmica ponderado, ya que la ventana consta de 2 elementos

$$U = \frac{(U_v * A_v) + (U_a * A_a)}{A_v + A_a}$$

U_v: Valor U de transmitancia térmica del vidrio (W/(m*K))

A_v: área del vidrio (m²).

U_a: Valor U de transmitancia térmica del aluminio (W/(m*K)).

A_a: área aluminio (m²)

El área de un vidrio es de 0,85m² y el área de un marco de aluminio es de 0,15m²

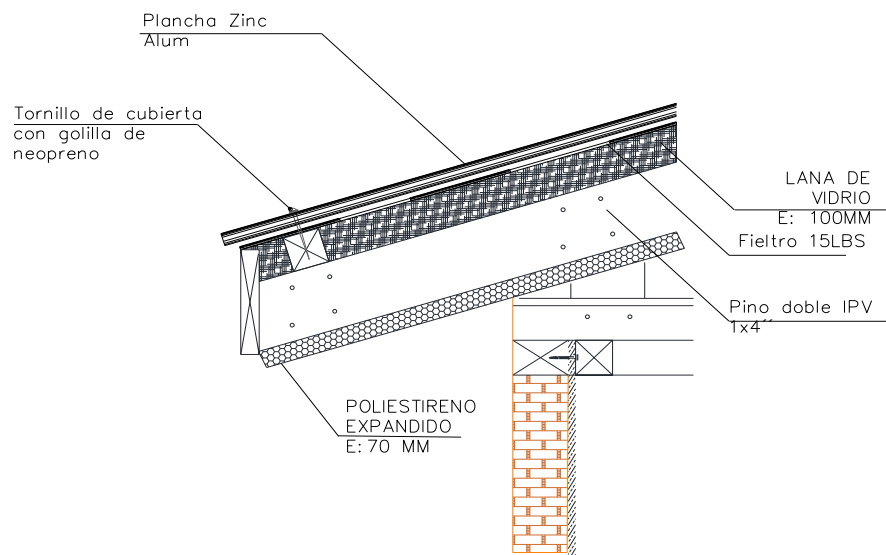
$$U = \frac{(2,82 * 0,85) + (1,49 * 0,15)}{0,15 + 0,85} = 2,6 \text{ (W/m}^2 * k\text{)}$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un 3,60(W/m² * k) de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 2 pagina 25 en el valor de ventanas, esto quiere decir que nuestra ventana de la vivienda en la comuna de coronel cumple con la normativa.

CALCULO DEL VALOR U DE LA TECHUMBRE PROPUESTO PARA SOLUCION TERMICA DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA.

En la figura 19. Podemos observar el detalle de la vivienda, la cual está compuesta de madera pino doble IPV 1x4 el cual tiene un espesor de 0,05 mm. Un aislante térmico que es el poliestireno expandido de espesor 70 mm, y por último una lana de vidrio de 100 mm de espesor.

Figura 19



Elaboración propia: esquema para envoltente de techumbre nuevo.

También debemos saber que para calcular la transmitancia térmica tenemos que saber la conductividad térmica de los elementos que compone el techo donde la conductividad del pino IPV 1x4 es de $0,104 (W/m^2 * k)$. Para el poliestireno expandido tenemos una conductividad térmica de $0,041 (W/m^2 * k)$. Y para la lana de vidrio tenemos una conductividad térmica de $0,0406$

Según la tabla 1 en la página 24 nos indica que para elementos horizontales los valores de RSI= 0,10 y RSE=0,10.

$$U = \frac{1}{0,10 + \frac{0,05}{0,104} + \frac{0,07}{0,041} + \frac{0,10}{0,0406} + 0,10} = 0,21(W/m^2 * k)$$

El plan de prevención y descontaminación atmosférica exige como máximo un $0,33(W/m^2 * k)$ de transmitancia térmica como indicamos en la tabla 2 pagina 25 en el valor de techos, esto quiere decir que nuestro techo de la vivienda en la comuna de coronel cumple con la normativa vigente en el país.

CONCLUSION

A modo de conclusión se observa claramente que todos los elementos que se analizaron ninguno de este cumple con las normativas vigentes de nuestro país, esta contaba con un muro de albañilería que presentaba un valor $U=2,59(W/m^2 * k)$ el cual no se encontraba dentro de los parámetros ya que la norma nos exige un $0,6(W/m^2 * k)$ al igual que nuestro piso el cual contaba con un valor $U=3,73 (W/m^2 * k)$ siendo este uno de los que más se aleja de los parámetros exigidos. Por otro lado, calculamos la techumbre de la vivienda actual al igual que los demás materiales esta tampoco se encontraba dentro de la norma, esta contaba con un valor $U= 1,47 (W/m^2 * k)$ y la norma nos exigía un $0,3(W/m^2 * k)$,por último, tenemos nuestra ventana de la vivienda la cual está igual se encuentra fuera de norma, dándonos como resultado del valor $U= 5,79(W/m^2 * k)$, sabiendo que el plan de prevención y descontaminación atmosférica nos exige un $3,60(W/m^2 * k)$.

Por lo visto con esta vivienda, a nuestro juicio a pesar de que no se analizaron otras viviendas, pareciera ser esa la situación histórica de nuestro país, ya que al implementarse esta normativa la mayoría de las viviendas quedaron fuera de esta. Sin duda alguna al darse cuenta de esto hoy existen las soluciones constructivas necesarias para las viviendas que presentan este problema, dado a eso tuvimos que proponer y calcular ciertas soluciones para cada uno de los elementos que presentaba la vivienda actual para que así esta pudiera cumplir con las exigencias que establece el plan de prevención y descontaminación atmosférica y poder tener un buen acondicionamiento térmico. Dando como claro ejemplo el muro de albañilería el cual propusimos a modo solución un mortero de pega de 10 mm, un poliestireno expandido de 80 mm, y por último un mortero adhesivo de 10 mm, dándonos como resultado un valor de transmitancia térmica de $0,40(W/m^2 * k)$ el cual si cumple con las exigencias establecidas en la norma y así también con soluciones de los demás elementos constructivos de la vivienda, visto esto en nuestro trabajo damos a entender que se puede evaluar la envolvente de una vivienda y ver si sus elementos cumplen con la función de acondicionar térmicamente, ya que al no ser así se pueden proponer soluciones constructivas para que esta cumpla las exigencias y las funciones de acondicionamiento térmico.

Bibliografía

Manual_CDT. (2016). *Manual de acondicionamiento termico*. Concepcion,Chile.

NCh3137. *Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas - Cálculo de transmitancia térmica*.

NCh853. (2007). *acondicionamiento termico-envolvente termica de edificios-calculo de resistencias y tramitancias termicas*. santiago.

PPDA. (2018). *Plan de prevencion y descontaminacion atmosferica*. Obtenido de <https://ppda.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/Plan-de-Concep%C3%B3n-D.O..pdf>