



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Escuela de Ingeniería en Construcción

“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORAS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA PARA VIVIENDAS DE POBLACIÓN SAN MAXIMILIANO KOLBE EN OSORNO”

Tesis para optar al título de:
Ingeniero Constructor

Profesor Guía:
Sr. Rubén Seguel Vidal.
Ingeniero Constructor,
Licenciado en Ciencias de la Construcción
Diplomado en Eficiencia Energética y
Calidad Ambiental en la Edificación

JULIO EDUARDO SALAMANCA HERNÁNDEZ
VALDIVIA - CHILE
2011

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
ÍNDICE	
INTRODUCCIÓN	
OBJETIVOS	
RESUMEN	
METODOLOGÍA	
GLOSARIO	
CAPITULO I.- Flujo de calor, eficiencia térmica y medidas para la implementación de la misma en la vivienda.	1
1.1.- Flujo, ganancia y pérdida de calor en la vivienda.	1
1.1.1.- Ganancias de Energía.	4
1.1.1.1.- Ganancias Solares.	4
1.1.1.2.- Ganancias Personas.	5
1.1.1.3.- Ganancia Equipos.	5
1.1.2.- Perdidas de energía.	5
1.1.2.1.- Perdidas por Transmisión.	5
1.1.2.2.- Perdidas por Infiltración.	6
1.1.2.3.- Perdidas por ventilación.	6

1.2.- Eficiencia energética y confort térmico en la vivienda.	7
1.3.- Presentación D.O. 4.01.2006 sobre aislación térmica.	9
1.3.1.- Complejos de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados.	10
1.3.2.- Techumbres.	10
1.3.3.- Muros.	11
1.3.4.- Pisos ventilados.	12
1.3.5.- Exigencias para ventanas.	13
1.4.- Subsidio al reacondicionamiento térmico en vivienda existente.	15
CAPITULO II.- Contaminación atmosférica en la ciudad de Osorno	18
 y uso residencial de leña.	
2.1.- Contaminación atmosférica, mediciones y registros de MP10.	18
2.2.- Uso de leña como combustible a nivel residencial.	22
CAPITULO III.- Presentación y análisis térmico vivienda población	26
 San Maximiliano Kolbe.	
3.1.- Presentación vivienda tipo población San Maximiliano Kolbe Osorno.	26
3.1.1.- Características estructurales y constructivas	26
3.1.2.-Equipo de calefacción utilizado en la vivienda	29
3.2.- Características y análisis de las condiciones actuales de la envolvente	31
 térmica de la vivienda.	

3.2.1.- Fundamentos para el cálculo de la resistencia térmica de un complejo.	32
3.2.2.- Calculo resistencia térmica total complejo de piso.	33
3.2.3.- Calculo resistencia térmica total complejo muro.	34
3.2.4.- Calculo resistencia térmica total complejo techumbre.	36
3.3.- Demanda de energía en calefacción de la vivienda en condiciones actuales.	38
3.3.1.-Cubicaciones.	38
3.3.2.-Transmitancia térmica U.	38
3.3.3.- Demanda de energía en calefacción de la vivienda.	39
3.4.- Propuesta de mejoramiento de la envolvente térmica de la vivienda.	40
3.4.1.- Primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica en la vivienda.	40
3.4.1.1.- Complejo Piso Ventilado.	41
3.4.1.2.- Complejo Muro.	43
3.4.1.3.- Complejo Techumbre.	45
3.4.2.- Segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica en la vivienda.	46
3.4.2.1.- Complejo Piso Ventilado.	46
3.4.2.2.- Complejo de Muro.	48
3.4.2.3.- Complejo de Techumbre.	49

3.5.- Análisis térmico de la vivienda en condiciones mejoradas.	51
3.5.1.- Transmitancias térmicas de los complejos de la vivienda.	54
3.5.2.- Porcentaje máximo superficie de ventanas.	55
3.5.3.- Demanda de energía en calefacción de la vivienda	56
en condiciones modificadas	
CAPITULO IV.- Análisis económico de la propuesta de	57
 mejoramiento de la envolvente térmica de la vivienda.	
4.1.- Consumo de energía en calefacción de la vivienda	57
según su orientación cardinal.	
4.2.- Consumo anual de combustible en calefacción.	57
4.2.1.- Fundamento de cálculo.	58
4.2.2.- Consumo de leña como combustible en calefacción.	58
4.2.3.- Costo anual de calefacción en la vivienda según	62
las condiciones de su envolvente térmica.	
4.2.4.- Costo propuesta de mejoras en la envolvente térmica de la vivienda.	65
4.2.4.1.- Costo primera propuesta.	65
4.2.4.2.- Costo segunda propuesta.	66
4.2.5.- Monto máximo subsidio al reacondicionamiento	68
térmico en vivienda existente.	
4.2.6.- Análisis de costos v/s ahorro y recuperación de la inversión.	69
4.2.6.1.- Recuperación de recursos primera propuesta de mejoras de la	69

envolvente térmica en condiciones de confort térmico en la vivienda.

4.2.6.2.- Recuperación de recursos segunda propuesta de mejoras de la	70
---	----

envolvente térmica en condiciones de confort térmico en la vivienda.

4.2.6.3.- Recuperación de recursos primera propuesta de mejoras de la	71
---	----

envolvente térmica vs leña utilizada actualmente

4.2.6.4.- Recuperación de recursos segunda propuesta de mejoras de la	73
---	----

envolvente térmica vs leña utilizada actualmente.

4.2.7.- Comparación de costos entre las dos propuestas de mejoras de la	74
---	----

envolvente térmica de la vivienda.

CONCLUSIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
Figura N° 1 Proceso de transmisión de calor en un muro.	1
Figura N° 2 Comportamiento térmico de la envolvente de masa pesada no aislada	3
Figura N° 3 Comportamiento térmico de la envolvente de masa pesada aislada por el exterior.	3
Figura N° 4 Complejo de Techumbre	11
Figura N° 5 Complejo de Muro	11
Figura N° 6 Complejo de Piso Ventilado.	12
Figura N° 7 Relación de precios 2000-2008 (costo para generar una Gical).	25
Figura N° 8 Elementos constructivos complejo de piso.	33
Figura N° 9 Elementos constructivos complejo muro.	34
Figura N° 10 Elementos constructivos complejo techumbre.	36
Figura N° 11 Elementos Constructivos primera solución complejo piso ventilado.	41
Figura N° 12 Elementos Constructivos primera solución complejo de muro.	43
Figura N° 13 Elementos Constructivos primera solución complejo de techumbre.	45
Figura N° 14 Elementos Constructivos segunda solución complejo piso ventilado.	47
Figura N° 15 Elementos Constructivos segunda solución complejo de muro.	48
Figura N° 16 Elementos Constructivos segunda solución complejo de techumbre.	49
Figura N° 17 Descripción de la vivienda en el software CCTE v2.0	51

Figura N° 18 Gestión de base de datos de la vivienda en el software CCTE v2.0	52
Figura N° 19 Opciones y valores por defecto de la vivienda en el software CCTE v2.0	53
Figura N° 20 Vivienda modelada en el software CCTE v2.0.	53
Figura N° 21 Tabla con resultados del informe generado por el CCTE v2.0 del Análisis de la vivienda con la primera propuesta.	54
Figura N° 22 Tabla con resultados del informe generado por el CCTE v2.0 del Análisis de la vivienda con la segunda propuesta.	55
Figura N° 23 Tabla con resultados del informe generado por el CCTE v2.0 del Análisis de la vivienda.	55

ÍNDICE DE IMÁGENES

<u>IMAGEN</u>	<u>PÁGINA</u>
Imagen N° 1 Fundaciones vivienda.	26
Imagen N° 2 Piso ventilado.	27
Imagen N° 3 Estructura de techumbre y cielo.	27
Imagen N° 4 Revestimiento exterior.	28
Imagen N° 5 Revestimiento interior y de cielo.	28

ÍNDICE DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
Tabla N° 1 Número de días de superación de valor referencial de la norma años 2002 y 2003.	18
Tabla N° 2 Número de días de superación de valor de referencia de la norma año 2009.	19
Tabla N° 3 Días superación del valor referencial de la norma mes de Mayo.	21
Tabla N° 4 Horas diarias de utilización de leña según equipo.	31
Tabla N° 5 m ³ de leña anuales usados en la vivienda según equipo.	31
Tabla N° 6 Características materiales complejo de piso.	33
Tabla N° 7 Características materiales complejo muro.	35
Tabla N° 8 Características complejo techumbre.	36
Tabla N° 9 Valores transmitancia térmica de la vivienda en condiciones actuales.	37
Tabla N° 10 Superficies totales recintos de la vivienda.	38
Tabla N° 11 Superficies totales ventanas según elevación.	38
Tabla N° 12 Transmitancias Térmicas U de los complejos de la vivienda.	39
Tabla N° 13 Demanda de energía de la vivienda en calefacción en condiciones actuales.	39
Tabla N° 14 Características materiales primera solución complejo piso ventilado.	42
Tabla N° 15 Características materiales primera solución complejo muro.	44

Tabla N° 16 Características materiales primera solución complejo techumbre.	46
Tabla N° 17 Características materiales segunda solución complejo piso ventilado.	47
Tabla N° 18 Características materiales segunda solución complejo muro.	48
Tabla N° 19 Características materiales segunda solución complejo techumbre.	49
Tabla N° 20 Demanda de energía de la vivienda en calefacción con la primera propuesta.	56
Tabla N° 21 Demanda de energía de la vivienda en calefacción con la segunda propuesta.	56
Tabla N° 22 Demanda de energía de la vivienda en calefacción.	57
Tabla N° 23 Demanda de leña según artefacto de calefacción, condición actual envolvente térmica.	59
Tabla N° 24 Demanda de leña según artefacto de calefacción primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica	59
Tabla N° 25 Demanda de leña según artefacto de calefacción segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica.	59
Tabla N° 26 Costo anual en calefacción condición actual según artefacto.	63
Tabla N° 27 Costo anual en calefacción primera propuesta según artefacto.	63
Tabla N° 28 Costo anual en calefacción segunda propuesta según artefacto.	63
Tabla N°29 Costo consumos reales de leña según equipo de calefacción	64
Tabla N° 30 Costo primera propuesta envolvente térmica	65

Complejo de Piso Ventilado.

Tabla N°31 Costo primera propuesta envolvente térmica Complejo de Muro.	65
Tabla N° 32 Costo primera propuesta envolvente térmica Complejo de Techumbre.	66
Tabla N° 33 Costo total primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica	66
Tabla N° 34 Costo segunda propuesta envolvente térmica	66

Complejo de Piso Ventilado.

Tabla N° 35 Costo segunda propuesta envolvente térmica Complejo de Muro.	67
Tabla N° 36 Costo segunda propuesta envolvente térmica Complejo de Techumbre.	67
Tabla N° 37 Costo total segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica.	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<u>GRAFICO</u>	<u>PÁGINA</u>
Gráfico N° 1 Concentraciones diarias MP10 año 2009.	20
Gráfico N° 2 Promedio concentración MP10 cada hora, en días que se supero valor referencial de la norma en el año 2009.	22
Gráfico N° 3 Uso de la leña en la vivienda	30
Gráfico N° 4 Equipo utilizado en la vivienda	30
Gráfico N° 5 Promedio consumo m3/año de leña según condición de la envolvente térmica	60
Gráfico N° 6 Consumo de leña con cocina a leña o salamandra	61
Gráfico N° 7 Consumo de leña con cocina a leña y combustión lenta	61
Gráfico N° 8 Consumo de leña con estufas de combustión lenta	61
Grafico N° 9 Promedio costo UF leña según condición de la envolvente térmica	64
Gráfico N° 10 Recuperación costo de primera propuesta mejoras de la envolvente térmica en condiciones de confort térmico	70
Gráfico N° 11 Recuperación costo de segunda propuesta mejoras de la envolvente térmica en condiciones de confort térmico	71
Gráfico N° 12 Recuperación costo de primera propuesta mejoras de la envolvente térmica en condición de consumos reales de leña	72

Gráfico N° 13 Recuperación costo de segunda propuesta mejoras de la envolvente térmica en condición de consumos reales de leña	74
Gráfico N° 14 Tiempo de recuperación mayor costo de la segunda propuesta respecto a la primera.	75

INTRODUCCIÓN

La vivienda en su interior pierde o gana calor dependiendo de las condiciones del ambiente exterior, esto hace que la temperatura en la vivienda aumente o disminuya. El ser humano siempre busca que esta temperatura sea lo más agradable para él.

Esta temperatura con la cual el ser humano se siente cómodo se conoce como temperatura de confort. Lograr o mantener esta temperatura requiere energía en calefacción o refrigeración según sea las condiciones del ambiente exterior.

Hoy en día cada vez más se dice que la energía es un bien escaso, además de la contaminación que el uso de energía según el combustible utilizado para conseguirla, genera, en especial en las viviendas de la zona sur donde en su mayoría se utiliza la leña como combustible para calefaccionar la vivienda. Por ello implementar métodos y tecnologías para mejorar la eficiencia energética se hace imperiosa.

La aislación térmica es uno de los métodos para lograr esto en la vivienda. En Chile ya desde el año 2000 cuenta con una reglamentación térmica que fija los valores mínimos de las resistencias térmicas, en una primera etapa del complejo de techumbre y, ya desde el año 2007 de los complejos de pisos ventilados, muros y techumbre, y el porcentaje máximo de ventanas respecto a los muros de la envolvente de la vivienda, esto con el fin de optimizar o reducir el consumo de energía en calefacción.

Como se mencionó, la reglamentación rige desde el año 2007, por eso cabe preguntarse ¿que sucede con las viviendas construidas antes a esta fecha? Con esto en consideración es que el Ministerio de energía y Ministerio de Vivienda y Urbanismo, ha implementado un subsidio al reacondicionamiento térmico en la vivienda existente, destinado a la población más vulnerable.

De aquí nace la inquietud de cuál sería el grado en que influirá esta reglamentación, en la eficiencia térmica de viviendas construidas sin partidas destinadas a conseguir esto. Por

ello, en el desarrollo de esta tesis se analizará la envolvente térmica de una vivienda y su consumo de energía en estas condiciones.

Se propondrán mejoras a esta envolvente para como mínimo cumplir con la reglamentación térmica. Analizaremos y compararemos la vivienda con estas mejoras y su situación actual, para determinar cuánto influye la aplicación de la reglamentación térmica en la economía, en la calidad de vida, de los habitantes de la vivienda.

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Mejorar la condición de confort térmico y disminuir el consumo de combustible en calefacción de la vivienda de la población San Maximiliano Kolbe ubicada en la ciudad de Osorno.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar condición actual de aislación térmica de vivienda de población San Maximiliano Kolbe, según NCh 853 Of91.
- ✓ Determinar demanda energética anual para calefacción, en las condiciones actuales de aislación térmica.
- ✓ Propuesta de aislación térmica para dar cumplimiento con D.O.04.01.2006. Art 4.1.10.
- ✓ Análisis de la propuesta de aislación térmica y estimación del nivel de demanda y consumo energético en calefacción, con Software de Certificación de Comportamiento Térmico para Edificios en Chile del MINVU.
- ✓ Análisis económico de la propuesta, realizando una comparación entre el ahorro económico en calefacción y la inversión en aislación térmica, tomando como referencia el subsidio de reacondicionamiento térmico otorgado por el MINVU.

RESUMEN

En la presente tesis se analizará la envolvente térmica de la vivienda de la Población San Maximiliano Kolbe de Osorno. Se analizará primero los valores actuales de las resistencias térmicas de los distintos complejos, se compararán estos valores con los mínimos exigidos por la reglamentación térmica y, en estas condiciones de aislación térmica se calcularán los consumos de energía en calefacción que requiera la vivienda para conseguir la temperatura de confort en su interior.

Se propondrán dos mejoras a la envolvente térmica, la primera para dar el mínimo cumplimiento con la reglamentación térmica y una segunda aumentando lo más posible, según las características de los materiales y la vivienda, los valores de las resistencias térmicas de los distintos complejos. Estas dos propuestas se analizarán con el software CCTE v2.0, que permite certificar que las soluciones cumplen con las mínimas exigencias de la norma, junto con calcular la demanda de energía en calefacción y refrigeración.

Calcularemos los costos de estas soluciones, del combustible utilizado en calefacción en las tres condiciones de la envolvente de la vivienda, para realizar una comparación entre los costos de las soluciones y la calefacción, y determinar los tiempos de recuperación de los recursos invertidos.

Estudiaremos la situación actual de la vivienda para determinar si esta puede postular y ser beneficiaria del subsidio al reacondicionamiento térmico en la vivienda existente, junto con comparar el monto máximo de este, con los costos determinados de las soluciones propuestas.

METODOLOGÍA

En primer lugar se investigara la teoría y conceptos importantes e influyentes en la vivienda desde el punto de vista térmico, junto con formulas y la NCh 853 a utilizar para el análisis y verificación del cumplimiento térmico.

Luego se presentarán datos sobre la contaminación atmosférica en la ciudad Osorno, sus causas y formas de disminuir estos niveles de contaminación.

El estudio de la vivienda se realizara primeramente con la realización de los planos necesarios, se realizarán las mediciones en las mismas viviendas de los distintos materiales y complejos que la componen, se aplicará una encuesta con el fin de conocer datos necesarios para realizar los posteriores análisis. Ya recopilada la información necesaria se analizarán las condiciones actuales de la envolvente térmica y sus ganancias y pérdidas de energía térmica en estas condiciones, en función de la teoría consultada.

Luego se propondrá mejoras en la envolvente térmica de la vivienda, la cual será analizada con el software Certificación del Comportamiento Térmico del Edificio.

El análisis de las condiciones de la envolvente térmica se realiza de manera diferente dado que la vivienda en sus condiciones actuales no cumple con las exigencias mínimas de la reglamentación térmica vigente y por ello el software no entregaría resultados.

Finalmente se determinará el costo de implementar esta mejora en la envolvente térmica de la vivienda, comparando este costo con los recursos ahorrados en calefacción, y así determinar el tiempo en la recuperación de esto.

GLOSARIO

Aislación térmica: es la capacidad de oposición al paso de calor de un material o conjunto de materiales, y que en construcción se refiere esencialmente al intercambio de energía calórica entre el ambiente interior y el exterior.

Barrera de vapor: lámina o capa que presenta una resistencia a la difusión del vapor de agua comprendida entre 10 y 230MN s/g.

Barrera de humedad: lámina o capa que tiene la propiedad de impedir el paso de agua a través del mismo.

Calor: energía de transición, debido a una diferencia de temperatura entre los dos cuerpos que lo intercambian.

Calor específico: cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius).

Complejo de techumbre: conjunto de elementos constructivos que conforman una techumbre, tales como: cielo, cubierta, aislante térmico, cadenas 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.

Complejo de ventana: conjunto de elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda.

Conductividad térmica, λ : 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 $\text{W/m}^2 \text{ K}$. Se determina experimentalmente según la norma NCh 850 o NCh 851.

Conductividad Térmica de un Material: es la propiedad que hace que este transmita calor desde el lado de mayor temperatura hacia el de menor temperatura. Se define como la cantidad de calor que un material transmite en condiciones unitarias de volumen, tiempo y diferencia de temperatura.

Confort Térmico: es la condición o estado en que las personas expresan satisfacción con el ambiente que lo rodea, sin preferir condiciones de mayor o menor temperatura.

Envolvente térmica de un edificio: serie de elementos constructivos a través de los cuales se produce el flujo térmico entre el ambiente interior y el ambiente exterior del edificio. Está constituida básicamente por los complejos de techumbre, muros, pisos y ventanas.

Grados/día: en un período de un día, es la diferencia entre la temperatura fijada como "base", y la media diaria de las temperaturas bajo la temperatura de base, igualando a la "base" aquellas superiores a ésta. Dependiendo del período de tiempo utilizado, se puede hablar de grados/día, grados/hora, grados/año, etc.

Inercia térmica: se entiende como la capacidad que tiene un material de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente.

Material particulado 10 (MP10): Son partículas de diámetro menor o igual a 10 micrones (un micrón es la milésima parte de un milímetro). Por su tamaño, el MP10 es capaz de ingresar al sistema respiratorio del ser humano.

Materiales aislantes: Todo material aislante presenta cierta resistencia al paso de calor. Para ser más específico, se puede considerar como aislante térmico cualquier material con un bajo coeficiente de conductividad térmica, es decir, aquellos materiales que presenten una resistencia importante al flujo de calor.

Puente térmico: parte de un cerramiento con resistencia térmica inferior al resto del mismo, lo que aumenta la posibilidad de producción de condensaciones y pérdidas de calor en esa zona en invierno.

Resistencia térmica, R: oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción. Se pueden distinguir los siguientes casos:

- **Resistencia térmica de una capa material, R:** para una capa de caras planas y paralelas de espesor e , conformado por un material homogéneo de conductividad térmica λ , la resistencia térmica, R , queda dada por: $R = e/\lambda$, y se expresa en $m^2 \cdot K/W$.
- **Resistencia térmica total de un elemento compuesto, R_T :** inverso de la transmitancia térmica del elemento. Suma de las resistencias de cada capa del elemento: $R_T = 1/U$, y se expresa en $m^2 \cdot K/W$.
- **Resistencia térmica de una cámara de aire no ventilada, R_g :** resistencia térmica que presenta una masa de aire confinado (cámara de aire). Se determina experimentalmente por medio de la norma NCh 851 y se expresa en $m^2 \cdot K/W$.
- **Resistencia térmica de superficie, R_s :** inverso del coeficiente superficial de transferencia térmica h , es decir: $R_s = 1/h$, y se expresa en $m^2 \cdot K/W$.

Resistencia térmica total de elementos compuestos por varias capas homogéneas, R_T : para un elemento formado por una serie de capas o placas planas y paralelas de materiales distintos en contacto entre sí, la resistencia térmica total, queda dada por: $R_T = 1/U = R_{si} + \sum e/\lambda + R_{se}$ en que $\sum e/\lambda$ = sumatoria de las resistencias térmicas de las capas que conforman el elemento. Esta resistencia térmica total, R_T , se expresa en $m^2 \cdot K/W$.

Tabiquería de madera: son elementos entramados compuestos por piezas verticales y horizontales de madera que se distribuyen de forma similar e independiente del tipo de servicio que presten, ya sea como elemento constructivo resistente o de separación entre recintos.

Temperatura base: es la temperatura que se fija como parámetro para el cálculo de confort o requerimientos de calefacción.

Transmitancia térmica, U: flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento. Corresponde al inverso de la resistencia térmica total R_T de un elemento y se expresa en $W/m^2 \cdot K$. Se determina experimentalmente según la norma NCh 851 o bien por cálculo como se señala en la norma NCh 853.

Vivienda de uso continuo: Se entiende por vivienda de uso continuo aquella en que se necesita mantener una temperatura confortable durante las 24 horas del día.

Vivienda de uso discontinuo: Se entiende por vivienda de uso discontinuo aquella en que se necesita mantener una temperatura confortable durante un promedio de 12 horas, sin importar que la temperatura en el resto de las horas no sea confortable.

Vivienda social: Se entenderá por vivienda social la vivienda económica de carácter definitivo, destinada a resolver los problemas de marginalidad habitacional, financiada con recursos públicos o privados, cualquiera que sean sus modalidades de construcción o adquisición, y cuyo valor de tasación no sea superior a 400 Unidades de Fomento.

Zona térmica: caracterización de una zona geográfica según sus condiciones térmicas, basándose en los grados días que se registren. Según la OGOC, art. 4.1.10, el país tiene siete zonas térmicas bien diferenciadas.

CAPITULO I.- Flujo de calor, eficiencia térmica y medidas para la implementación de la misma en la vivienda.

1.1.- Flujo, ganancia y pérdida de calor en la vivienda.

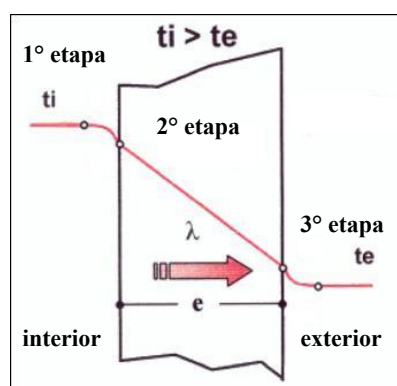
De acuerdo a principios físicos básicos, cuando entre dos ambientes existe una diferencia de temperatura, se genera un flujo de calor a través del elemento que los separa, desde el ambiente más caliente al más frío. Este flujo de calor se denomina Flujo Térmico.

Este calor se transmite de tres formas:

- ✓ Conducción: se entiende por conducción, al flujo de calor desde una región de alta temperatura a otra de menor, por contacto directo.
- ✓ Convección: se dice del fenómeno de transferencia de calor por desplazamiento de un fluido.
- ✓ Radiación: es una de las formas de transferencia de energía por medio de ondas electromagnéticas.

En particular en un muro que en una de sus caras se encuentra el aire a una temperatura mayor que en la otra, se origina un flujo de calor desde la cara de mayor a la de menor temperatura. En este proceso interviene los tres tipos de conducción de calor antes mencionados.

Figura N° 1 Proceso de transmisión
de calor en un muro



Fuente: Díaz, (2005)

Según la figura anterior la transferencia de calor se produce en tres etapas.

1° etapa: la transferencia de calor se realiza por convección a través del aire del interior en contacto con la cara del muro y por radiación de los elementos más calientes hacia esta misma cara.

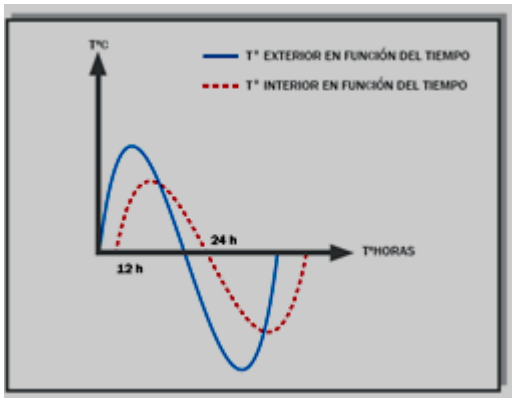
2° etapa: la transmisión de calor se realiza a través de la pared por conducción.

3° etapa: la transferencia de calor se realiza por convección a través del aire exterior en contacto con la cara del muro y por radiación hacia los elementos más fríos de esta misma cara

En el caso de la transmisión de calor de la envolvente térmica de una vivienda o edificio, la temperatura interior está definida principalmente por la conducción (pérdidas por transmisión, punto 1.3.2.1). El flujo térmico por conducción a través del muro, como se observa anteriormente en la 2° etapa, depende de la superficie, del espesor del muro (e), de la diferencia de temperatura entre sus caras ($t_i > t_e$) y de las características del material que conforma el muro, esta característica es la conductividad térmica (λ) que se define como la capacidad conductora de éste, mostrando la facilidad con que el flujo calórico pasa a través del mismo o los materiales.

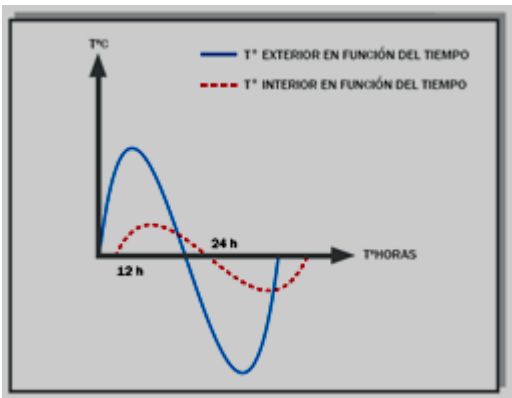
Otra propiedad relevante en la temperatura de la vivienda es la inercia térmica de los materiales. Esta se puede entender como la capacidad que tiene el material de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente. Esta característica del material depende de su espesor, de su masa y del calor específico del material. Así la inercia térmica de los elementos constituyentes de la vivienda es un requisito fundamental para alcanzar un adecuado nivel de confort, evitando las incómodas oscilaciones de temperatura originadas por las diferencias térmicas entre el día y la noche, así como por la discontinuidad en el funcionamiento de los equipos de calefacción o refrigeración. En este caso, la inercia térmica permite ir liberando el calor acumulado en los elementos compuestos por materiales en la vivienda, de manera tal que durante la noche, cuando la temperatura desciende, esta baja sea amortiguada por el calor cedido. En las figuras 2 y 3 se observa una gráfica de la variación de la temperatura exterior e interior de una vivienda aislada y no aislada térmicamente.

Figura N° 2 Comportamiento térmico de la envolvente de masa pesada no aislada



Fuente: CChC, (2010)

Figura N° 3 Comportamiento térmico de la envolvente de masa pesada aislada por el exterior



Fuente: CChC, (2010)

Según lo anterior podría pensarse que es bueno tener materiales o soluciones constructivas con gran inercia térmica, pero no es así; dado que viviendas con envolventes que posean mayor inercia térmica, es mayor el tiempo que se demoran en alcanzar la temperatura deseada al interior del recinto. Es así como para determinar el tipo de solución se dan dos tipologías de vivienda las de uso continuo y discontinuo.

En el primer caso, resulta beneficioso el aprovechamiento de la inercia térmica de algunos materiales, debido a que éstas necesitan mantener una temperatura confortable las 24 horas del día, por lo que se recomienda el uso de materiales con alta inercia térmica.

En el caso de viviendas de uso discontinuo, se debe buscar una inercia lo más baja posible, puesto que se busca alcanzar una temperatura confortable lo más rápido posible y sin importar si es que durante las horas en que no se utilice exista una temperatura no confortable.

1.1.1.- Ganancias de Energía.

En el punto anterior se trató las formas de transmisión de calor, en particular como se da este fenómeno físico en un muro o envolvente de la vivienda. Esta transmisión de calor puede representar una pérdida o ganancia de calor y por ende una mayor o menor temperatura al interior de la vivienda.

A continuación se definirán las formulas para obtener las ganancias y pérdidas de energía (calor) que se dan en una vivienda, que se utilizaran en el Capítulo III punto 3.3 en el análisis de la vivienda, para determinar el aporte necesario de energía en calefacción y lograr la temperatura de confort en el interior de esta. Las siguientes ecuaciones y tablas referidas se obtuvieron del libro “Energía en Arquitectura y Construcción”.

1.1.1.1.- Ganancias Solares:

$$Gs = Tr * (\sum (Eng * Spv)) (KW*h)$$

Donde:

Gs = ganancias solares.

Tr = transitividad.

Eng = datos de energía proveniente de Tabla N° 1 (Anexo A).

Spv = superficie de ventanas.

Nota: la sumatoria de las energías por la superficie de ventanas en cada orientación cardinal.

1.1.1.2.- Ganancias Personas:

$$Gp = \frac{Cs * N^{\circ}P * (h * 30)}{100} (KW * h)$$

Donde:

Gp = ganancias personas.

Cs = calor sensible.

$N^{\circ}P$ = número de personas en el recinto.

h = horas de uso diarias del recinto.

1.1.1.3.- Ganancia Equipos:

$$Ge = CTM * Sp * N^{\circ}P (KW * h)$$

Donde:

Ge = ganancia equipos.

CTM = carga térmica mensual, (KWh/mes) , $(0,5 - 5) (KWh/mes)$.

$N^{\circ}P$ = número de personas en el recinto.

Sp = superficie planta.

1.1.2.- Perdidas de energía.

1.1.2.1.- Perdidas por Transmisión:

$$Qtra = \frac{86,4 * qp * GD}{3600} (KWh/mes)$$

Donde:

$Qtra$ = perdida por transmisión.

qp = pérdidas de calor al exterior.

$$qp = \sum U * A \text{ (W/}^{\circ}\text{C)}$$

U = coeficiente total de transferencia de calor del elemento ($\text{W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

A = superficie del elemento (m^2).

GD = grados días mensuales, según Tablas N° 2 y 3 (Anexo A).

1.1.2.2.- Pérdidas por Infiltración:

$$Q_{inf} = \frac{86,4 * qa * GD}{3600} \text{ (KWh/mes)}$$

Donde:

Q_{inf} = pérdidas por infiltración

qa = calor entregado al aire introducido por ventilación o infiltración.

$$qa = 1290 * V \text{ (W/}^{\circ}\text{C)}$$

V = aire introducido por ventilación o infiltración.

$$V = \text{Volumen planta} * Ach \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Ach = renovación de aire por hora.

GD = Grados día mensuales, según tabla N° 2. (Anexo A)

1.1.2.3.- Pérdidas por ventilación:

$$Q_{vent} = Atv * dair \text{ (Kwh / mes)}$$

Donde:

Q_{vent} = pérdidas por ventilación.

d_{air} = densidad del aire, $1,29 \text{ kg/m}^3$.

A_{tv} = aire total ventilado.

$$A_{tv} = \frac{A_{tp} * 3600}{1000} * N^{\circ}P \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

A_{tp} = Aire total por persona (lt/pers).

$N^{\circ}P$ = número de personas en el recinto.

1.2.- Eficiencia energética y confort térmico en la vivienda.

La eficiencia energética se puede entender como la relación que existe entre la cantidad de energía consumida, y los productos o servicios finales obtenidos.

En el caso de la vivienda esa energía consumida en un porcentaje importante es transformada en un producto final que es la calefacción, lo que significa utilización de combustibles en cualquiera de sus tipos, según sea el sistema de calefacción usado en la vivienda. El fin de calefaccionar el hogar es lograr el confort térmico o más precisamente el confort higrotérmico de sus habitantes, definiéndose este como aquel estado en que las personas expresan satisfacción con el ambiente que lo rodea, sin preferir condiciones de mayor o menor temperatura (Bustamante *et al*, 2009). La sensación de confort térmico depende de una serie de parámetros, de los cuales los principales se relacionan con las personas mismas (parámetros personales) como son la vestimenta y el metabolismo; y los otros son los parámetros ambientales, siendo estos la temperatura del recinto, la temperatura superficial de la envolvente, humedad relativa y velocidad del aire.

Los parámetros personales son muy variables y depende entre otros factores de la edad, la alimentación, la actividad física, gustos personales etc. Por el contrario en lo que respecta a los parámetros ambientales estos están más definidos. La temperatura de confort o equilibrio del ser humano según la OMS es de 20°C (temperatura del recinto), la temperatura superficial

de la envolvente de ± 17 °C, la humedad relativa entre 35 y 75% y la velocidad del aire máximo 1 m/seg.

Mantener o lograr en algunos casos estas condiciones de habitabilidad en la vivienda con el menor uso de combustible posible en calefacción por medio de la utilización de diversas tecnologías, en la construcción y diseño de la vivienda o sistema de calefacción, se entendería como la aplicación del concepto de EFICIENCIA ENERGÉTICA. Esto traería beneficios directos como es el ahorro económico en combustible y beneficios indirectos como la menor emisión de contaminantes (CO₂) y menor uso de recursos naturales. Así la vivienda debe ser considerada como un sistema que muestra efectividad en conseguir confort térmico, haciendo uso de estrategias que necesiten el menor consumo de energía posible.

Dentro de estas estrategias desde el punto de vista constructivo, tenemos el concepto de ocurrencia de puentes térmicos y aislación térmica.

Los puentes térmicos se entienden como zonas donde cambia la configuración habitual de la envolvente, representan una disminución de la resistencia térmica, por lo que generan áreas de salida o entrada rápida del calor dentro de una vivienda. También en zonas (puentes térmicos) donde se facilita el intercambio de calor por medio de la conducción, se genera una temperatura superficial inferior y por lo tanto, un mayor riesgo de condensación en la zona donde ocurre el puente térmico.

Los principales elementos donde se puede generar puentes térmicos son marcos de puertas y ventanas, ventanas con vidrio simple (monolítico), vigas y pilares, dinteles, pies derechos, cadenetas, soleras, losas.

Los puentes térmicos tienen difícil solución, pero la mayoría de ellos pueden ser resueltos mediante la ubicación de aislación térmica por el exterior. Esta aislación térmica como las soluciones constructivas, deberán cubrir el máximo la superficie del complejo que estén aislando y así conformar un todo continuo.

Por último la aislación térmica de las viviendas. En Chile desde el año 2000 se implementó la reglamentación térmica D.O.4.01.2006 que constituye un avance para incorporar los criterios de uso eficiente de la energía en la construcción de viviendas, a través de iniciativas que contribuyen a reducir la necesidad de consumir energía para calefaccionar el hogar, garantizando un mayor confort al interior de las viviendas. Los objetivos de esta reglamentación son tres:

- Mejorar la calidad de vida de la población, mejorando el confort térmico. Esto genera mayor habitabilidad y como consecuencia, mejor salud, menor contaminación y mayor durabilidad de la vivienda.
- Optimizar y/o reducir el consumo de energía en el sector residencial, a través de mejoras en las cualidades térmicas de la envolvente.
- Promover la actividad productiva, académica, gremial y de investigación aplicada al área del diseño y la construcción.

1.3.- Presentación D.O. 4.01.2006. Art 4.1.10 sobre aislación térmica.

En los siguientes párrafos se presentará cada aspecto de la normativa térmica vigente en nuestro país (D.O.4.01.2006). Se abordarán los complejos de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados, junto con las exigencias para ventanas.

Se presentarán solo los puntos de importancia, que se aplicarán para el posterior análisis de la vivienda en los siguientes capítulos.

Junto con lo anterior se hará referencia a las alternativas para dar cumplimiento a las exigencias fijadas por la normativa.

1.3.1.- Complejos de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados.

A.- Exigencias

La envolvente térmica de la vivienda está compuesta por los complejos de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados.

Estos complejos, cada uno por separado deberán cumplir con las exigencias de transmitancia térmica total (U) o con la resistencia térmica total (R_t), especificados para la zona térmica en que se encuentre emplazada la vivienda, estas exigencias se encuentran en el Anexo B Tabla 1.

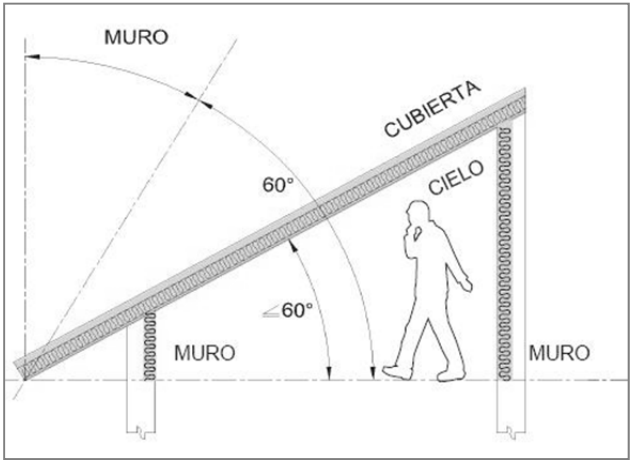
Esta zonificación térmica esta determina bajo 3 parámetros, cota de nivel, humedad y grados ($^{\circ}\text{C}$)/día; esta zonificación esta dado a lo largo del país y se indica en los planos de zonificación térmica (Anexo C) aprobados por el MINVU. La ciudad de Osorno se encuentra en la zona 5.

1.3.2.- Techumbres.

Se entenderá por complejo de techumbre al conjunto de elementos constructivos que lo conforman, tales como cielo, cubierta, aislación térmica, cadenetes, vigas.

En el caso de mansardas o paramentos inclinados, se considerará complejo de techumbre todo elemento cuyo cielo tenga una inclinación de 60° sexagesimales o menos medidos desde la horizontal.

Figura N° 4 Complejo de Techumbre



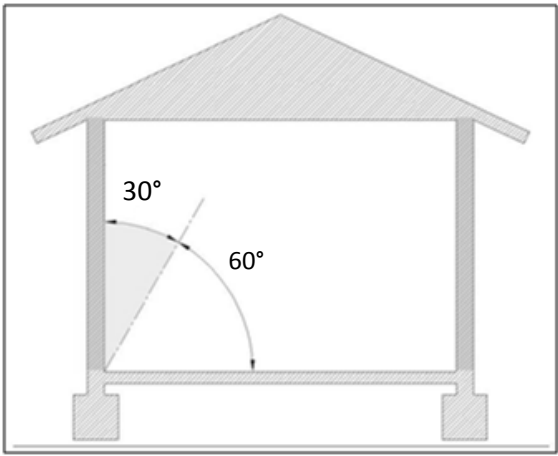
Fuente: MINVU, (2007)

Esta discriminación obedece a que el flujo térmico cambia de ascendente a horizontal cuando el ángulo es mayor a 60° sexagesimales.

1.3.3.- Muros.

Se entenderá por complejo de muro al conjunto de elementos constructivos que lo conforman y cuyo plano de terminación interior tenga una inclinación de más de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal.

Figura N° 5 Complejo de Muro



Fuente: MINVU, (2007)

Las exigencias señaladas en la Tabla 1 del Anexo B se aplicarán solo a aquellos muros y/o tabiques, soportante o no soportantes, que limiten los espacios interiores de la vivienda con el espacio exterior.

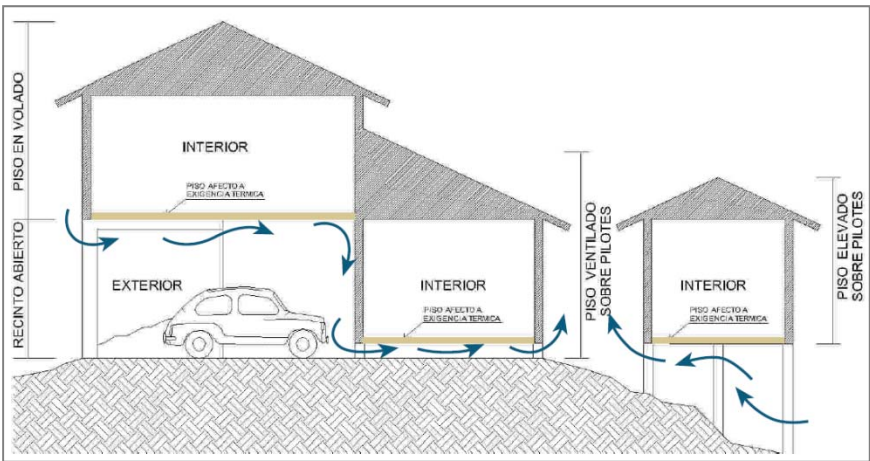
Los recintos cerrados contiguos a una vivienda, tales como bodegas, leñeras, estacionamientos, invernadero, serán considerados como recintos abiertos para efectos de esta reglamentación, y sólo les será aplicable las exigencias de la Tabla 1 (Anexo B) a los paramentos que se encuentren contiguos a la envolvente de la vivienda.

En el caso de que el complejo muro incorpore materiales aislantes, la solución constructiva deberá considerar barreras de humedad y/o de vapor, según el tipo de material incorporado en la solución constructiva y/o estructura considerada.

1.3.4.- Pisos ventilados.

Se entenderá por complejo de piso ventilado y se le exigirá lo señalado en la Tabla 1 (Anexo B) al conjunto de elementos constructivos que lo conforman que no están en contacto directo con el terreno. Los planos inclinados inferiores de escaleras o rampas que estén en contacto con el exterior, también se considerarán como pisos ventilados. Se pueden distinguir pisos ventilados, sobre pilotes y voladizos; pisos sobre recintos ventilados o no habitables, tales como estacionamientos, leñeras u otros.

Figura N° 6 Complejo de Piso Ventilado



Fuente: MINVU, (2007)

B.- Alternativas para cumplir con las exigencias térmicas definidas en el presente artículo.

1.- Mediante la incorporación de un material aislante etiquetado con el R100 correspondiente a la Tabla 2 (Anexo B).

Para la utilización de esta alternativa se deberá especificar y colocar un material aislante térmico, incorporado o adosado, al complejo de techumbre, al complejo de muro, o al complejo de piso ventilado cuyo R100 mínimo, rotulado según la norma técnica NCh 2251, cumpla con lo señalado en la Tabla 2 (Anexo B).

2.- Mediante un Certificado de Ensaye otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. La finalidad de esta certificación es demostrar el cumplimiento de la transmitancias o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.

3.- Mediante cálculo, el que deberá ser realizado de acuerdo a lo señalado en la norma NCh 853 Of2007, por profesionales competentes tales como arquitectos, ingenieros civiles, constructores civiles o ingenieros constructores, demostrando el cumplimiento de la transmitancias o resistencia térmica del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.

4.- Especificar una solución constructiva para el complejo de techumbre, muro y piso ventilado que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Este listado tiene por objeto facilitar la especificación, construcción y control de soluciones constructivas frecuentes.

1.3.5.- Exigencias para ventanas.

Se considerará complejo de ventana, a los elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda.

A. Porcentaje máximo superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente:

El complejo de ventana deberá cumplir con las exigencias establecidas en la Tabla 3 del Artículo 4.1.10 (Anexo B), en relación al tipo de vidrio que se especifique y a la zona térmica en la cual se emplace el proyecto de arquitectura, y se basa en una relación entre la superficie total de ventanas –considerando el tipo de vidriado- y la superficie total de paramentos verticales de la envolvente.

Para determinar el porcentaje máximo de superficie de ventanas de un proyecto de arquitectura, se deberá realizar el siguiente procedimiento:

a). Determinar la superficie de los paramentos verticales de la envolvente.

Esta superficie corresponderá a la suma de las superficies interiores de todos los muros perimetrales que considere la unidad habitacional, incluyendo los medianeros y muros divisorios.

b). Determinar la superficie total de ventanas

Corresponde a la suma de la superficie de los vanos del muro en el cual está colocada la ventana, considerando, para ello, el marco como parte de su superficie. Para el caso de ventanas salientes, se considerará como superficie de ventana aquella correspondiente al desarrollo completo de la parte vidriada.

B.- Método Alternativo del U ponderado:

El objeto de esta forma de cumplimiento es dar la opción al usuario que aumente la superficie vidriada sobre los valores establecidos en la Tabla 3 (Anexo B) del Artículo 4.1.10, compensando la pérdida térmica que trae consigo el aumento de superficie, con el mejoramiento de la transmitancia térmica de la solución de muros.

Este método del U ponderado, solo podrá usarse entre las zonas térmicas 3 y 7, y solo podrá aplicarse en el caso de vidrios monolíticos.

El U ponderado deberá tener un valor igual o menor al señalado para la zona en la que se ubique el proyecto de arquitectura, de acuerdo a la Tabla 4 (Anexo B).

La superficie de ventana para el vidrio monolítico del cálculo del U ponderado no podrá, en ningún caso, aumentar más de un 40 % respecto al porcentaje máximo de superficie permitido para la zona térmica, según lo señalado en la Tabla 3 (Anexo B).

1.4.- Subsidio al reacondicionamiento térmico en vivienda existente.

Otra iniciativa en el ámbito de la eficiencia energética es el “Programa País de Eficiencia Energética”, esta iniciativa es parte del Ministerio de Energía, este programa tiene como misión consolidar el uso eficiente como una fuente de energía, contribuyendo al desarrollo energético sustentable de Chile, y para ello ha fijado los siguientes objetivos:

- ✓ Establecer las bases institucionales y el marco regulatorio para la Eficiencia Energética.
- ✓ Desarrollar incentivos y herramientas de apoyo para la Eficiencia Energética.
- ✓ Desarrollar información útil y disponible para la toma de decisiones públicas y privadas, colectivas e individuales.
- ✓ Posicionar e introducir la Eficiencia Energética en todos los niveles de formación, formal y no formal.
- ✓ Aprovechar experiencia e instrumentos internacionales para acelerar el desarrollo de la Eficiencia Energética y medir la reducción de emisiones generadas.
- ✓ Fortalecer la gestión institucional a través de la calidad de sus procesos.

Dentro de este programa se enmarca el Subsidio al reacondicionamiento térmico en vivienda existente, esto es una iniciativa de “Vive con Buena Energía” desarrolladas en conjunto con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y apunta a mejorar el estándar térmico de la vivienda, el confort y lograr ahorros de energía para las familias.

Este es un subsidio que otorga el MINVU con recursos aportados por la Comisión Nacional de Energía con el fin de ejecutar el reacondicionamiento térmico a través de uno de sus programas habitacionales, el “Programa de Protección al Patrimonio Familiar”. El objetivo es ejecutar proyectos de Mejoramiento de la Vivienda que consideren un acondicionamiento térmico de su envolvente, techos, muros, piso, cumpliendo con lo establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Cabe destacar que este subsidio está dirigido a las regiones de O'Higgins, Maule, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén.

En el D.S. N°255, (V. y U.), de 2006 se regulan los subsidios destinados a contribuir al financiamiento de las obras de Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno, de Mejoramiento de la Vivienda o de Ampliación de la Vivienda, que cumplan con las condiciones señaladas en este Reglamento. En el caso del subsidio de reacondicionamiento térmico de la vivienda existente, este calificaría en el de las obras de Mejoramiento de la Vivienda, definidas en el Capítulo primero, Párrafo IV, Título II.

Como todo subsidio para postular la vivienda debe cumplir con cierta cantidad de requisitos mínimos. El Decreto Supremo N° 255, (V. y U.), de 2006 se reglamentan los requisitos de quienes pueden postular al “Programa de Protección del Patrimonio Familiar”. Entre otros requisitos se destaca que podrán postular:

- ✓ Las viviendas sociales definidas en el D.L. N° 2.552, de 1979; los conjuntos de viviendas a que se refieren los artículos 40 y transitorio de la Ley N° 19.537; y las viviendas cuya tasación no sea superior a 650 Unidades de Fomento de acuerdo a

la metodología de cálculo que se señala en la letra e) del artículo 21 del D.S. N°255, (V. y U.), de 2006.

- ✓ Las Viviendas cuyo Certificado de Recepción por la Dirección de Obras Municipales sea anterior al 4 de Enero de 2007, fecha de entrada en vigencia de la Reglamentación Térmica.

En cuanto a los montos que se asignan a los distintos subsidios, estos también quedan regulados según el D.S. N°255, (V. y U.), de 2006, pudiendo alcanzar hasta la cantidad que se señala para caso en la Tabla 1 (Anexo D), según el tramo a que pertenece el proyecto. Los tramos se definen en la Tabla 2 (Anexo D) y estos dependen de la comuna en que se localice el proyecto.

Estos montos en el caso de Proyectos de Mejoramiento de la Vivienda cuyo Certificado de Recepción por la Dirección de Obras Municipales sea anterior al 4 de Enero de 2007 y considere un acondicionamiento térmico que le permita cumplir con lo establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, el monto total de subsidio podrá ser, en caso de requerirlo, de hasta el doble de aquél fijado para la comuna en que se localiza el proyecto.

CAPITULO II.- Contaminación atmosférica en la ciudad de Osorno y uso residencial de leña.

La eficiencia energética no sólo es el buen uso de la energía logrando por distintos medios el máximo provecho de los recursos utilizados, sino también todo lo que ello implica, y uno de las consecuencias más importantes es la menor contaminación generada en cualquiera de sus tipos o formas, entre ellas la contaminación atmosférica, al utilizar más eficientemente los recursos energéticos.

2.1.- Contaminación atmosférica, mediciones y registros de MP10.

En Chile la Norma de Calidad Primaria para MP10, define los niveles de calidad del aire para el nivel particulado respirable MP10, considerándose como normal ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m³N) como concentración de 24 horas. Se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado respirable cuando el Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual, sea mayor o igual a 150 (µg/m³N).

En el informe “Mediciones de calidad de aire y análisis de la contaminación atmosférica en la ciudad de Osorno, X región”, realizado para la COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE durante los años 2002 y 2003, se evidencia ya la contaminación atmosférica que afecta a Osorno. Se tomaron y registraron 355 mediciones del MP10 entre junio del 2002 y octubre del 2003, observando valores de hasta 242.2 (µg/m³N), el día 27 de julio de 2003, siendo un total de 27 valores sobre la norma, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 1 Número de días de superación de valor referencial de la norma años 2002 y 2003

Año	2002		2003				
Mes	Julio	Agosto	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
N° días superación	4	1	2	5	4	6	4

Fuente: Elaboración propia

Osorno desde enero del 2008 cuenta con la estación de monitoreo el Alba, que permite conocer el estado real de la calidad del aire de la ciudad, registrando valores del MP10, temperatura, etc. cada hora.

Durante los años de funcionamiento de la estación se han registrados datos que confirman la contaminación atmosférica en la ciudad de Osorno. Durante el 2008 se sobrepaso el valor referencial de la norma en 17 veces, entre los meses de mayo y agosto, llegando a un máximo de 487 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) el 1 de julio, según lo informa el “Balance de Invierno 2008” presentado por la oficina parlamentaria del senador Andrés Allamand.

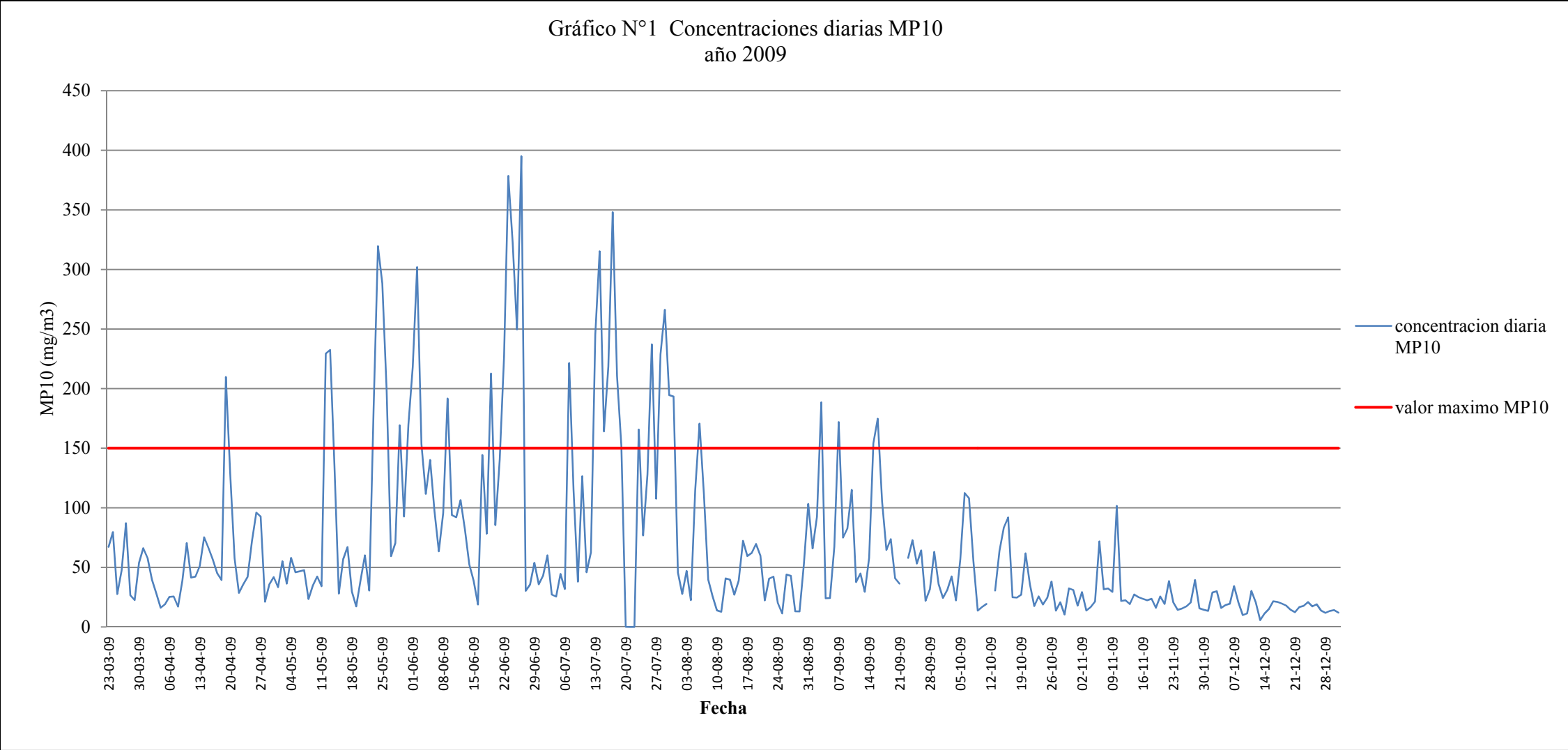
En 2009 se superó el valor referencial de la norma en 37 veces entre los meses de mayo y septiembre.

Tabla N° 2 Número de días de superación de valor de referencia de la norma
año 2009

Año	2009				
Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
N° días superación	7	10	14	1	5

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los datos de las concentraciones diarias del MP10, se observa que aumentan gradualmente, registrándose la mayor cantidad de días y valor de las concentraciones en los meses de junio y julio, y disminuyen en la misma forma como aumentan, como se observa en el siguiente grafico, registrándose el valor máximo el día 26 de junio alcanzando los 395,07 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).



Fuente: Elaboración propia

Si comparamos los años 2008 y 2009, se aprecia un considerable aumento de los días en que se sobrepaso el valor referencial de la norma, siendo 20 veces más los valores de las concentraciones diarias que sobrepasaron la norma en 2009.

En el año 2010 los registros vuelven a arrojar valores sobre la norma, siendo hasta la fecha del 07 de mayo, un total de 2 veces superado ya el valor referencial de la norma.

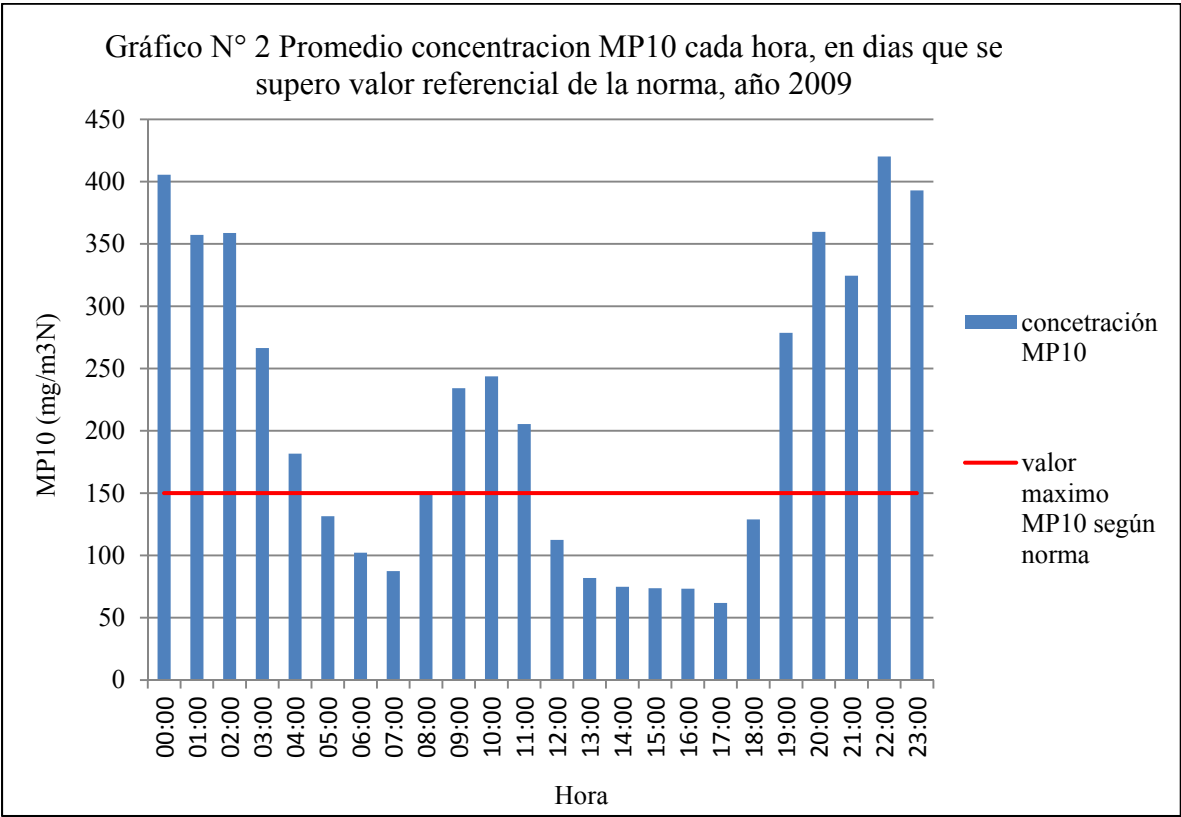
Tabla N° 3 Días superación del
valor referencial de la norma
mes de Mayo

Fecha	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
03-05-10	158,967
07-05-10	167,349

Fuente: Elaboración propia

En los años 2008 y 2009 los valores del MP10 sobrepasan el valor referencial de la norma, observándose estas altas concentraciones entre los meses de abril y septiembre, meses en que en promedio se registran las menores temperaturas. Ya en el año 2010 se repite la tendencia comenzando a registrarse valores superiores en el mes de mayo.

En los días en que se registran estas altas concentraciones de MP10 (Grafico N° 2), se observa que a partir de las 7:00 y 18:00 hrs se experimenta un incremento de las concentraciones, alcanzándose los valores máximos entre las 20:00 y las 00:00 horas de cada día. En un 72% de los días en que se sobrepasa la norma, es a las 19 hrs. cuando comienzan a aumentar los valores de los registros, concentrándose los mayores valores en un entre las 19 y 2 hrs.



Fuente: Elaboración propia

Según el informe “Mediciones de calidad de aire y análisis de la contaminación atmosférica en la ciudad de Osorno, X región”, se ha estimado que el consumo masivo de leña como combustible principal es el causante de los niveles de contaminación, patrón que se extendería en una amplia zona del país, desde la VII Región al sur.

2.2.- Uso de leña como combustible a nivel residencial.

En la X región se estima que entre un 80% y 95% de los hogares consumen leña, este consumo como se menciona en “Diagnóstico del mercado de la leña en Chile” del año 2006, el 51% se utiliza con el fin de calefaccionar el hogar y el restante porcentaje para la cocción de alimentos y calentar agua.

La leña al usarse como combustible en calefacción libera emisiones que se entiende como la descarga a la atmósfera de compuestos intermedios de la cadena de reacciones incompletas de combustión. Como productos incompletos se consideran los siguientes compuestos:

- Monóxido de carbono (CO) gaseoso proveniente de una combustión incompleta del elemento carbono.
- Hidrocarburos (CnHm) compuestos de una serie de compuestos orgánicos volátiles formado por cadenas del elemento carbono (C) e Hidrógeno (H) saturadas, no saturadas y aromáticas (HAP's o PAH).
- Material particulado (MP) compuesto de la emisión de partículas provenientes de la combustión incompleta y de partículas de ceniza arrastradas por los gases de combustión.

Los altos niveles de contaminación no son exclusivamente por el uso de leña, si no por los equipos de calefacción utilizados en específico la eficiencia de estos, la calidad de la leña y la aislación térmica de las viviendas. La combinación de estos factores implica que las emisiones de MP10 pueden ser hasta mil veces mayores que las que se generan en condiciones óptimas, tal como ha sido demostrado en estudios realizados en laboratorios de Chile y Suiza (CONAMA, 2007).

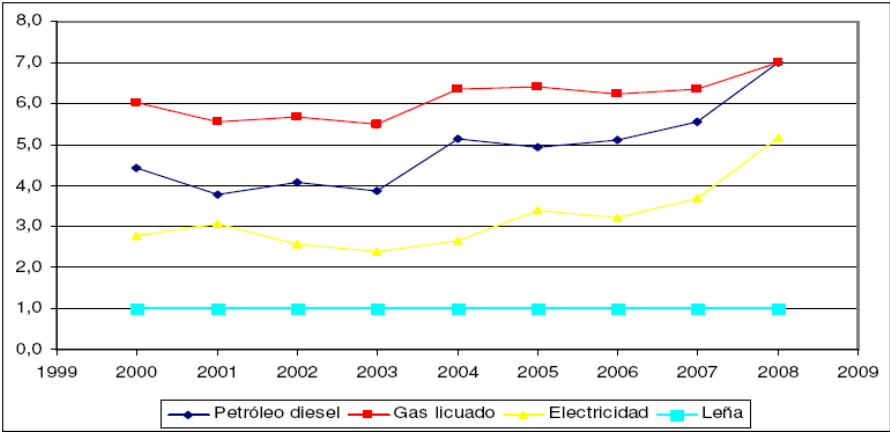
En cuanto a la eficiencia de los equipos de calefacción, se estima que un 53% de la leña que se emplea en áreas urbanas se quema en cocinas a leña o salamandras (32% eficiencia). Un 19% en estufas de combustión simple, con una entrada de aire (50% eficiencia), un 23% en estufas de combustión lenta, con dos entradas de aire (75% eficiencia) y un 4% en chimeneas, braseros o fogones (15% eficiencia), así, la eficiencia media en la utilización de leña por parte del sector residencial urbano a nivel nacional es de un 42% (Gómez-Lobo *et al.*, AIFBN, 2006).

Con respecto al otro punto mencionado, la humedad contenida en la leña utilizada para calefacción, en el año 2005 se puso en vigencia en Chile la NCh 2907-2005, en esta norma se establece la clasificación y requisitos de calidad que debe cumplir la leña para ser empleada como combustible sólido. Entre otros aspectos, define que el contenido de humedad máximo debe ser de un 25% en base seca. Esta norma se aplica a la leña que se comercializa en los

sectores residencial, comercial e institucional. Este aspecto cobra importancia dado que el alto contenido de humedad de la leña disminuye el poder calorífico aprovechable, haciendo menos eficiente la combustión y generando mayor contaminación. Hay estudios que han estimado que para generar el mismo calor que se obtiene con 1 m³ de leña con un 25% de humedad, se necesitaría 1,69 m³ de leña con 50% de humedad.

Por último, la aislación térmica de las viviendas, como se mencionó y detalló en el capítulo anterior en Chile ya es una exigencia para las viviendas, en este aspecto se ha estimado que mejorando el aislamiento de las viviendas se podría reducir el uso de leña hasta en un 50% (Corporación Chile Ambiente, 2008), junto con estudios que mencionan que un manejo sustentable del uso de la leña debe considerar de manera prioritaria la aislación térmica de las viviendas, como la mejor manera de mejorar la eficiencia térmica de estas; además este medio de calefacción es el único accesible para el 90% (estratos socioeconómicos medio y bajo) de la población como se indica en la presentación “Desarrollo Sustentable: leña certificada y su aporte al ahorro energético de las empresas” por medio del gráfico “Relación de precios 2000-2008”. Por lo tanto se debe considerar a la aislación térmica de las viviendas como “la manera” de mejorar su eficiencia térmica, ya que un cambio del medio de calefaccionar la vivienda estaría fuera del alcance económico de la mayoría de las familias. Como se observa en la Figura N° 4, los costos para generar 1 Gcal con distintos combustibles, la leña es la más económica y de costo constante a los largo del tiempo.

Figura N° 7 Relación de precios 2000-2008
(costo para generar 1 Gcal)



Fuente: Corporación Nacional de Certificación de Leña, 2008.

En Osorno se consume una cantidad de 8 m³/año en promedio por vivienda al año (Gómez-Lobo *et al.*, 2006). Este valor se podría disminuir ostensiblemente mejorando estos tres puntos vistos anteriormente, lo que generaría un ahorro en la economía del hogar al disminuir el consumo de leña y junto con ello menores emisiones al medio ambiente.

CAPITULO III.- Presentación y análisis térmico vivienda población San Maximiliano Kolbe.

La vivienda a la que se analizará su envolvente térmica se ubica en la ciudad de Osorno en la población San Maximiliano Kolbe en el sector de Pilauco. La población tiene cerca de 30 años y cuenta con 143 viviendas de madera de un piso de 61 m²., las viviendas fueron realizadas por método de autoconstrucción durante cerca de 5 años, cuando se construyeron todas las viviendas eran idénticas tanto arquitectónicamente como constructivamente, durante los siguientes años las familias fueron realizando varios cambios tanto en sus metros cuadrados construidos como en su materialidad siendo estos cambios no muy significativos en la mayoría de las viviendas. Para el caso de este análisis, se realizará el mismo a la vivienda tipo o más desfavorable.

3.1.- Presentación vivienda tipo población San Maximiliano Kolbe Osorno.

3.1.1.- Características estructurales y constructivas.

✓ EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de estas viviendas es del tipo aislada.

✓ FUNDACIONES

La vivienda está fundada sobre poyos aislados de hormigón, sobre ellos a lo largo vigas maestras de madera de escuadría 5 x 4" y sobre estas un envigado de piso en madera de escuadría 4 x 2", a excepción del baño que es de hormigón.

Imagen N° 1 Fundaciones vivienda



Fuente: Elaboración propia

✓ PISO

Entablado de madera de escuadría 1/2 x 2", a excepción del piso del baño que es de hormigón.

Imagen N° 2 Piso ventilado



Fuente: Elaboración propia

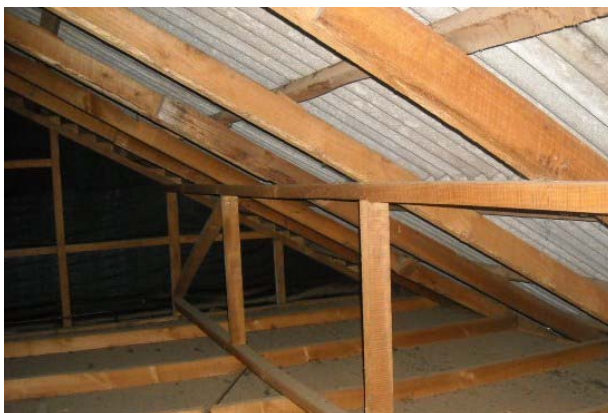
✓ PARAMENTOS

Todos los muros perimetrales son de tabiquería de madera de pino escuadría 4 x 3", por su cara interior se coloca barrera de humedad tipo papel fieltro N°10.

✓ ESTRUCTURA DE TECHUMBRE Y CIELO

La estructura de techumbre es a base de tijerales de madera y cielo madera pino escuadría 4 x 3".

Imagen N° 3 Estructura de techumbre y cielo



Fuente: Elaboración propia

✓ REVESTIMIENTOS

La vivienda esta revestida exteriormente en todo su perímetro con tinglado de madera de escuadría 5 x 3/4".

Imagen N° 4 Revestimiento exterior



Fuente: Elaboración propia

Como revestimiento interior tablas de pino machihembradas escuadría 1/4 x 4".

Los muros divisorios interiores son tabiques de madera con similar revestimiento a muros perimetrales.

La estructura de cielo es similar al del un envigado de piso dado la posibilidad de habilitar el entretecho como segundo piso y revestimiento similar muros divisorios.

Imagen N° 5 Revestimiento interior y de cielo



Fuente: Elaboración propia

✓ VENTANAS

Las ventanas son de marcos de madera (laurel) y con vidrio monolítico de 3 mm de espesor.

Nota: En el ANEXO E se adjunta un plano de planta de la vivienda y elevaciones elaborado en base al plano original del proyecto. Las medidas en específico de las escuadrias de las maderas fueron tomadas en las mismas viviendas dado los años y antigüedad de las viviendas, y la forma de construirlas no se conservan las especificaciones técnicas ni planos estructurales.

3.1.2.-Equipo de calefacción utilizado en la vivienda

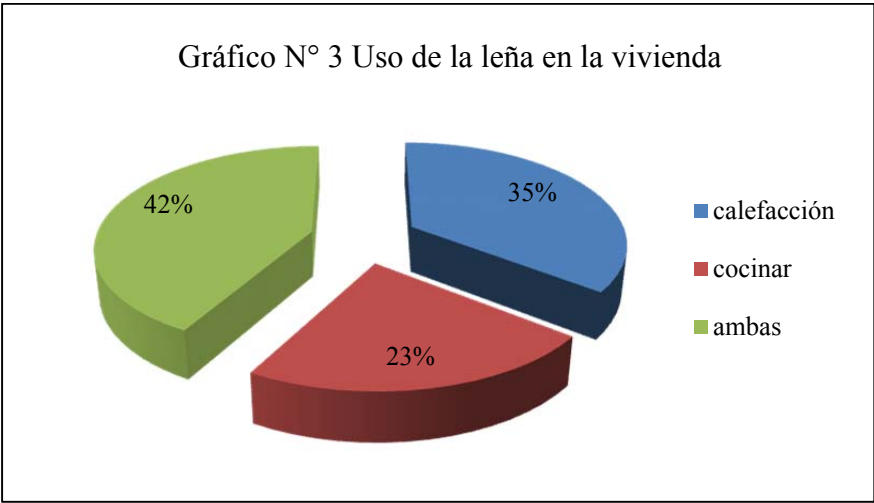
Las viviendas en el proyecto original no contaban con ningún tipo de sistema de calefacción en particular. Por ello con el fin de determinar el tipo de equipo de combustión que son usados en la vivienda, y en el caso de ser usado un equipo que utilice como combustible la leña, conocer la cantidad de m³/año y si es que se utiliza leña para cocinar, se aplicó una encuesta (Anexo F) a un total de 31 viviendas, los resultados se presentan a continuación.

✓ Viviendas en las cuales se utiliza leña

El total de las viviendas en las cuales aplicó la encuesta se utiliza leña como combustible en calefacción, cocina o ambos.

✓ Viviendas que en las cuales utiliza leña

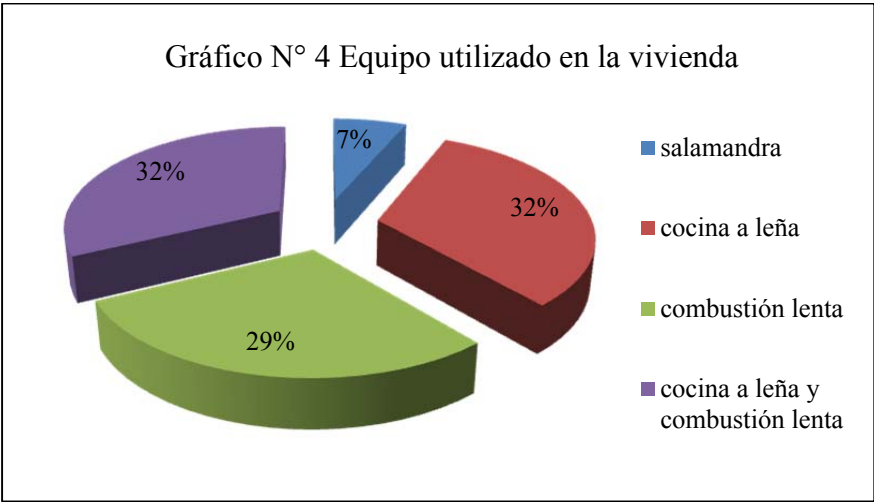
En el siguiente gráfico se presentan los porcentajes del uso que se le da a la leña en la vivienda.



Fuente: Elaboración propia

✓ Equipo de calefacción utilizado en la vivienda

En el siguiente gráfico se presentan los porcentajes de las viviendas que utilizan uno u otro equipo de calefacción a leña. Los porcentajes se presentan indistintamente del uso que se da a la leña, dado que de las encuestas aplicadas en las que se respondió que la leña se utiliza solo para cocinar (23 % Grafico N°3), esta misma energía puede ser utilizada como calefacción.



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Cantidad de horas diarias de utilización de leña según equipo de calefacción.

Tabla N° 4 Horas diarias de utilización de leña según equipo

Equipo	Horas diarias
salamandra	8,5
combustión lenta	14
cocina a leña	12
cocina a leña y combustión lenta	12

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Cantidad de m³/año según equipo de calefacción utilizado en la vivienda.

Tabla N° 5 m³ de leña anuales usados en la vivienda según equipo

Equipo	m3/año
salamandra	10
combustión lenta	14
cocina a leña	13
cocina a leña y combustión lenta	18

Fuente: Elaboración propia

3.2.- Características y análisis de las condiciones actuales de la envolvente térmica de la vivienda.

Dada la data en que se construyeron, estas viviendas no fueron sometían, en su diseño a ningún tipo de normativa térmica. Por ello no cuentan con algún tipo de material que cumpla la función de ser un aislante térmico. Bajo estas condiciones es que se analizará la vivienda para determinar la resistencia térmica total, las ganancias y pérdidas de energía. Estas ganancias y pérdidas se determinarán con las ecuaciones indicadas en el Capítulo I puntos 1.1.1 y 1.1.2.

3.2.1.- Fundamentos para el cálculo de la resistencia térmica de un complejo.

El cálculo de la resistencia térmica total de un complejo se realizará según la NCh 853.Of91.

Para un elemento formado por una serie de capas o placas planas y paralelas de materiales distintos separados por una cámara de aire, la resistencia térmica total estará dada por:

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

Donde:

U = Transmitancia térmica.

R_{se} = Resistencia térmica de superficie exterior. Se obtiene de la Tabla N°2, NCh 853.Of91.

e = Espesor de una capa de material que compone el complejo. Se expresa en metros.

λ = Conductividad Térmica de cada material que compone el complejo. Su valor se obtiene de la Tabla N°6 de la NCh 853.Of91. Se expresa en $[W/m \cdot ^\circ K]$

$\sum \frac{e}{\lambda}$ = Sumatoria de las resistencias térmicas de las capas que conforman el elemento.

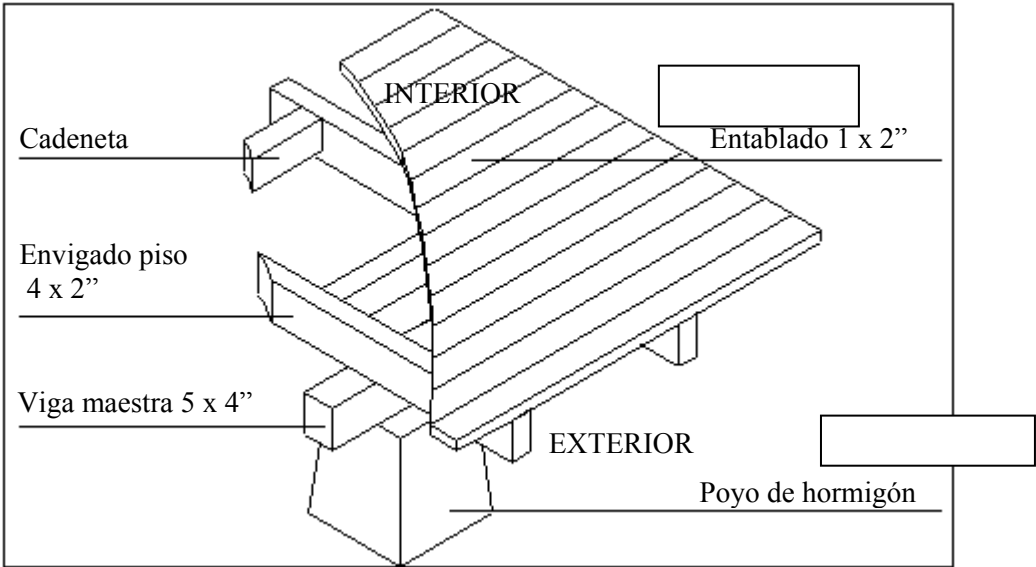
R_{si} = Resistencia térmica de superficie interior.

R_g = Resistencia Térmica de una cámara de aire cuando exista.

3.2.2.- Cálculo resistencia térmica total complejo de piso.

Elementos o materiales que constituyen el complejo de piso de la vivienda (ver figura N° 5).

Figura N° 8 Elementos constructivos complejo de piso.



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 6 se presentan las características de los materiales que conforman el complejo de piso, que se consideran en el cálculo de la resistencia térmica total.

Tabla N° 6 Características materiales complejo de piso

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,0254	410	0,104

Fuente: Elaboración propia

Según Tabla N°2 de la NCh 853.Of91, la Resistencia Térmica Superficial Interior (R_{si}) es igual a 0,17 ($m^2 \cdot K/W$) y la Exterior (R_{se}) es igual a 0,05 ($m^2 \cdot K/W$).

Conocidos los datos se procede a calcular la resistencia térmica total del complejo de piso, según lo expuesto en el punto 3.2.1.

$$R_t = Rse + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{si} + Rg$$

$$R_t = 0,05+(0,0254/0,104)+0,17+0$$

$$R_t = 0,464 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}.$$

Según Tabla 1 de Anexo B, columna Pisos Ventilados, la Resistencia Térmica Total exigida para Zona Térmica 5 – Región de Los Lagos (Ver Anexo C) es:

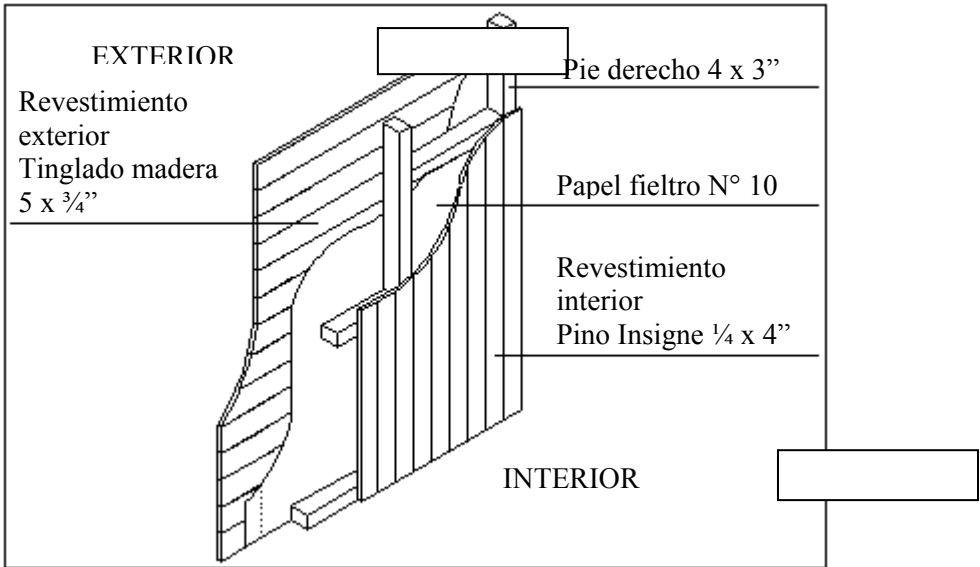
$$R_t = 2,00 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}.$$

Por lo tanto la condición actual del complejo de piso ventilado no cumple con lo exigido por la Ordenanza de Urbanismo y Construcción en su artículo 4.1.10.-

3.2.3.- Calculo resistencia térmica total complejo muro.

Elementos o materiales que constituyen el complejo muro de la vivienda (ver figura N° 6).

Figura N° 9 Elementos constructivos complejo muro.



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 7 se presentan las características de los materiales que conforman el complejo muro, que se consideran en el cálculo de la resistencia térmica total.

Tabla N° 7 Características materiales complejo muro

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,019	410	0,104
Pino Insigne	0,00635	410	0,104

Fuente: Elaboración propia

Nota:

- Papel fieltro no se consideran para efectos de estos cálculos, puesto que los espesores son muy pequeños y por ende las resistencias térmicas son despreciables.

El tabique estructural tiene un espesor de 10 cm. Se forma una cámara de aire de 10 cm. Dado a que la cámara de aire tiene un espesor superior a 2 cm, se aplica lo señalado en el punto 5.3.2.1 de la NCh 853.Of91 y ábaco de la figura 1 de dicha norma, en la cual se señala que ésta cámara de aire no ventilada tendría una resistencia térmica (R_g) de $0.16 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$.

Según Tabla N°2 de la NCh 853.Of91, la Resistencia Térmica Superficial Interior (R_{si}) es igual a $0,12 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ y la Exterior (R_{se}) es igual a $0,05 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$.

Conocidos los datos se procede a calcular la resistencia térmica total del complejo muro, según lo expuesto en el punto 3.2.1.

$$R_t = R_{se} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{si} + R_g$$
$$R_t = 0,05 + ((0,019/0,104) + (0,00635/0,104)) + 0,12 + 0,16$$
$$R_t = 0,574 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}.$$

Según Tabla 1 de Anexo B, columna Muros, la Resistencia Térmica Total exigida para Zona Térmica 5 – Región de Los Lagos (Ver Anexo C) es:

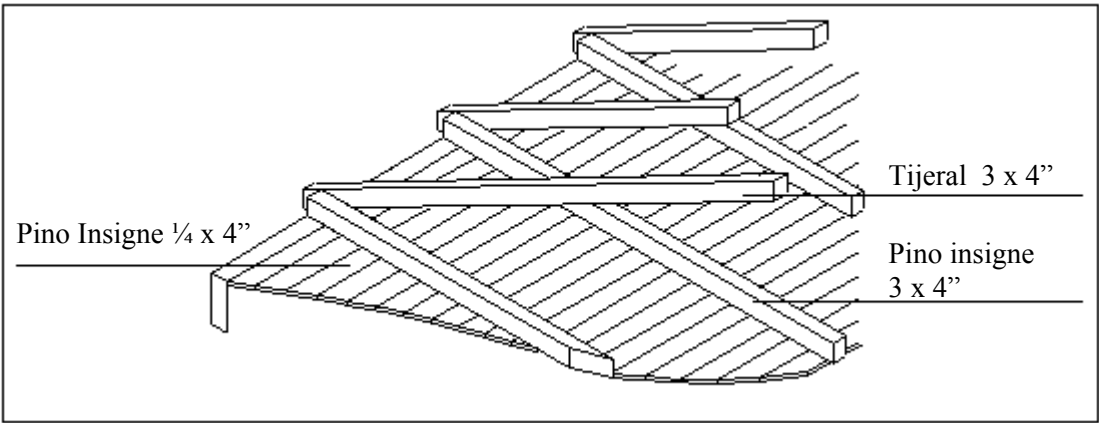
$$R_t = 0,63 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}.$$

Por lo tanto la condición actual del complejo de muro no cumple con lo exigido por la Ordenanza de Urbanismo y Construcción en su artículo 4.1.10.-

3.2.4.- Calculo resistencia térmica total complejo techumbre.

Elementos o materiales que constituyen el complejo cielo de la vivienda (ver figura N° 7).

Figura N° 10 Elementos constructivos complejo techumbre



Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 8 se presentan las características de los materiales que conforman el complejo techumbre, que se consideran en el cálculo de la resistencia térmica total.

Tabla N° 8 Características complejo techumbre

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,00635	410	0,104

Fuente: Elaboración propia

Según Tabla N° 6 de la NCh 853.Of91, la Resistencia Térmica Superficial Interior (R_{si}) y la Exterior (R_{se}) es igual a 0,10 (m²·K/W).

Conocidos los datos se procede a calcular la resistencia térmica total del complejo muro, según lo expuesto en el punto 3.2.1.

$$R_t = R_{se} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{si} + Rg$$

$R_t = 0,10+(0,00635/0,104)+0,10+0$

$R_t = 0,261 (m^2 \cdot K/W).$

Según Tabla 1 de Anexo B, columna Techumbre, la Resistencia Térmica Total exigida para Zona Térmica 5 – Región de Los Lagos (Ver Anexo C) es:

$R_t = 3,03 (m^2 \cdot K/W).$

Por lo tanto la condición actual del complejo de techumbre no cumple con lo exigido por la Ordenanza de Urbanismo y Construcción en su artículo 4.1.10.-

A continuación se presenta en el Tabla N° 9 los valores de la transmitancia térmica de todos los complejos contrastados con los máximos exigidos por la reglamentación térmica.

Tabla N° 9 Valores transmitancia térmica de la vivienda en condiciones actuales

Complejo	U proyectado (W/m ² K)	U máxima (W/m ² K)
Muro	1,74	1,6
Techumbre	3,83	0,33
Piso ventilado	2,15	0,5

Fuente: Elaboración propia

3.3.- Demanda de energía en calefacción de la vivienda en condiciones actuales.

A continuación se presentan las tablas con los datos necesarios para el cálculo de las ganancias y pérdidas de energía en la vivienda, con las ecuaciones presentadas en el Capítulo I puntos 1.1.1. y 1.1.2.

3.3.1.-Cubicaciones.

Las cubicaciones fueron calculadas de acuerdo a los planos de la vivienda (Anexo E).

Tabla N° 10 Superficies totales recintos de la vivienda

Superficie (m ²)	Piso ventilado (m ²)	Piso Radier (m ²)	Cielo (m ²)	Muros Exteriores (m ²)	Ventanas (m ²)	Puertas (m ²)
61,7	58,2	3,5	60	76,8	14,8	3

Fuente: Elaboración Propia

Como se menciona en el Capítulo I punto 1.1.1.1.- Ganancias solares, la sumatoria de las energías por la superficie de ventanas en cada orientación cardinal. Dado que la vivienda que esta siendo analizada esta en un conjunto habitacional, la orientación cardinal de la misma varia, por ello en la Tabla N° 7 están los valores de la superficie de ventanas en cada elevación de la vivienda y por ende en una dirección cardinal.

Tabla N° 11 Superficies totales ventanas según elevación

Elevación Frontal (m ²)	Elevación Posterior (m ²)	Elevación Lateral 1 (m ²)	Elevación Lateral 2 (m ²)
4,6	0	4,8	5,4

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.-Transmitancia térmica U.

La Transmitancia Térmica U de un complejo se define con el recíproco de la Resistencia Térmica total. Los valores señalados en la Tabla N° 12 fueron calculados en base a las resistencias térmicas totales de los distintos complejos, calculadas en los puntos

anteriores de este capítulo (Tabla N° 9). La transmitancia térmica del complejo de piso radier no se calculo en el punto 3.2, dado que no es un valor que deba cumplir con ninguna exigencia térmica. Sin embargo para el cálculo de las pérdidas de energía es necesario conocer su valor; se utilizará un valor de 1,16 (W/m² * K) (Díaz *et al.*, 2005).

Tabla N° 12 Transmitancias Térmicas U de los complejos de la vivienda

	COMPLEJO					
	Piso Ventilado	Piso Radier	Muro	Techumbre	Ventanas	Puertas
U (W/m ² •K)	2,2	1,16	1,7	3,83	5,8	3,4

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.- Demanda de energía en calefacción de la vivienda en condiciones actuales.

A continuación se presentan en la Tabla N°13 la demanda de energía anual en calefacción de la vivienda según la orientación cardinal de la fachada, estos valores se obtuvieron de los valores contenidos en las tablas del Anexo G. Estos valores fueron calculados con las ecuaciones presentadas en el Capítulo I punto 1.1.1. y 1.1.2. en función a los datos presentados anteriormente y los valores contenidos en las Tablas 1-a, 1-b y 2 (Anexo A).

Tabla N° 13 Demanda de energía de la vivienda en calefacción en condiciones actuales

Orientación	Demanda Total KWh Térmicos	
	KWh anual	KWh/m ² año
Norte	23008,97	373
Sur	23727,99	385
Este	24037,6	390
Oeste	23933,3	388

Fuente: Elaboración propia

3.4.- Propuesta de mejoramiento de la envolvente térmica de la vivienda.

Como se vio en los cálculos realizados en el presente Capítulo en los puntos 3.2.2, 3.2.3 y 3.2.4 ninguno de los complejos de la vivienda cumple con las exigencias de la Ordenanza de Urbanismo y Construcción en su artículo 4.1.10.

Por lo tanto, se presentarán las propuestas de mejoramiento térmico de los distintos complejos para mejorar la eficiencia de la envolvente térmica de la vivienda y dar cumplimiento a la reglamentación térmica vigente (D.O.4.01.2006). Se propondrán dos soluciones de mejoras a la envolvente térmica, la primera para lograr el valor Rt mínimo de los distintos complejos fijado por la reglamentación y en la segunda se propondrán soluciones buscando lograr una mayor aislación térmica de acuerdo a las condiciones y características de los distintos complejos. Las dos propuestas serán analizadas con el software CCTE v2.0.

En ambas propuestas como material aislante en los distintos complejos se utilizara lana de vidrio dada sus propiedades destacando entre ellas sus propiedades térmicas, su estabilidad dimensional, incombustibilidad, durabilidad, fácil manipulación e instalación, su docilidad (capaz de amoldarse), resistencia a la putrefacción, su capacidad de impedir que anide cualquier tipo de plaga, etc.

Como revestimiento exterior en el complejo de muro se propone Siding fibrocemento dado sus características y ventajas, destacando entre estas su impermeabilidad, baja costo de mantención e instalación, propiedades como aislante térmico y acústico.

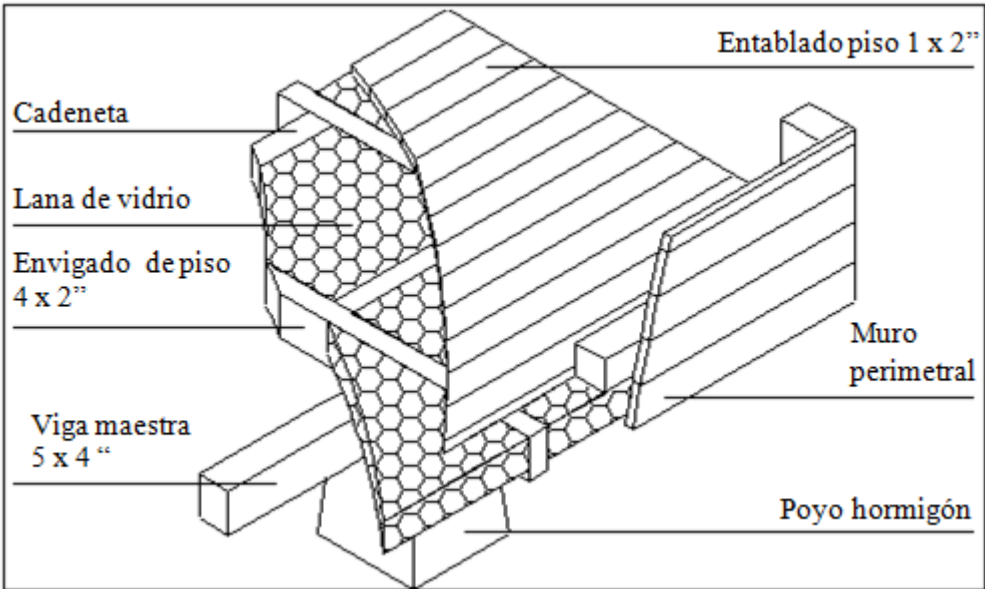
3.4.1.- Primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica en la vivienda.

A continuación se presentarán las propuestas de los distintos complejos para lograr el valor Rt mínimo exigido por la reglamentación térmica, con la finalidad de que las soluciones tengan el menor costo posible utilizando con el espesor mínimo de material aislante según el cálculo.

3.4.1.1.- Complejo Piso Ventilado.

Para dar cumplimiento con la exigencia térmica al complejo de piso ventilado se propone lo siguiente.

Figura N° 11 Elementos Constructivos primera solución complejo piso ventilado



Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del espesor necesario de aislante para dar cumplimiento con la reglamentación térmica, se calculará con la expresión presentada en el presente capítulo en el punto 3.2.1.-

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

Según Tabla 1 de Anexo B, columna Pisos Ventilados, la Resistencia Térmica Total exigida para Zona Térmica 5 – Región de Los Lagos (Ver Anexo C) es:

$$R_t = 2,00 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}.$$

Las características de los materiales de la primera solución del complejo de piso ventilado se presentan en la Tabla N° 14.

Tabla N° 14 Características materiales primera solución complejo piso ventilado

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,0254	410	0,104
Lana de vidrio	<i>e</i>	11	0,0424

Fuente: Elaboración propia

Según Tabla N°2 de la NCh 853.Of91, la Resistencia Térmica Superficial Interior (R_{si}) es igual a 0,17 ($m^2 \cdot K/W$) y la Exterior (R_{se}) es igual a 0,05 ($m^2 \cdot K/W$).

Reemplazando los valores anteriores en la expresión de R_t , se obtendrá el espesor mínimo de aislante para cumplir con las exigencias:

$$2 = 0,05 + (0,0254/0,104) + (e/0,0424) + 0,17 + 0$$

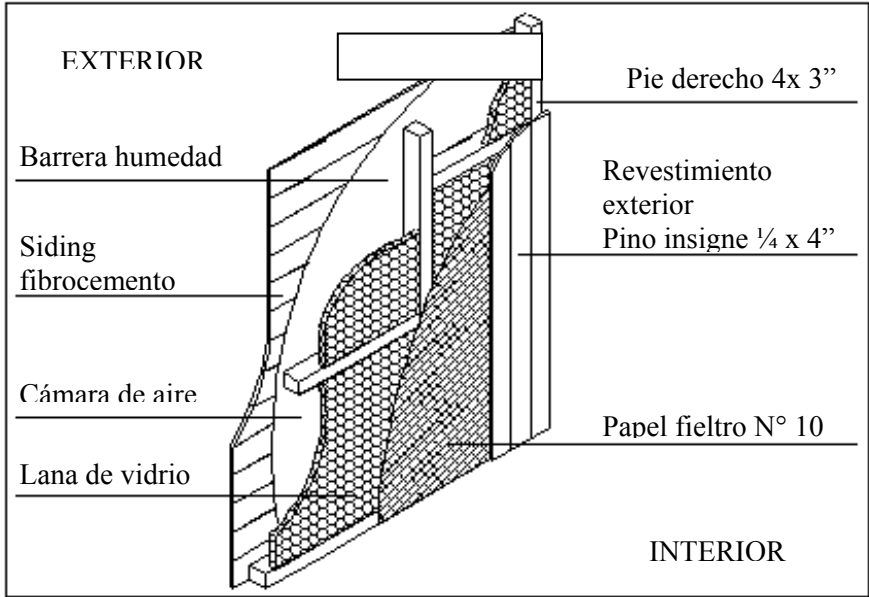
$$e = 0,065 \text{ mts.}$$

Según el valor obtenido el espesor mínimo de aislante tipo lana de vidrio utilizar es de 65 mm. Este espesor no se encuentra comercialmente, por ello para esta solución utilizaremos un espesor de 80 mm.

3.4.1.2.- Complejo Muro.

Para dar cumplimiento con la exigencia térmica al complejo Muro se propone lo siguiente.

Figura N° 12 Elementos Constructivos primera solución complejo de muro



Fuente: Elaboración propia

El cálculo del espesor necesario de aislante para dar cumplimiento con la reglamentación térmica, se calculara con la expresión presentada en el presente capitulo en el punto 3.2.1.-

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

Según Tabla 1 de Anexo B, columna Muros, la Resistencia Térmica Total exigida para Zona Térmica 5 – Región de Los Lagos (Ver Anexo C) es:

$$R_t = 0,63 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}.$$

Las características de los materiales de la primera solución del complejo muro se presentan en la Tabla N° 15.

Tabla N° 15 Características materiales solución primera complejo muro

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,00635	410	0,104
Lana de vidrio	<i>e</i>	11	0,0424
Siding Fibrocemento	0,01	920	0,22

Fuente: Elaboración propia

Según Tabla N°2 de la NCh 853.Of91, la Resistencia Térmica Superficial Interior (*R_{si}*) es igual a 0,12 (m²·K/W) y la Exterior (*R_{se}*) es igual a 0,05 (m²·K/W).

Se presume que el espesor del material aislante será menor de 8 cm., por ello la cámara de aire tendría un espesor superior a 2 cm. Según lo anterior se aplica lo señalado en el punto 5.3.2.1 de la NCh 853.Of91 y ábaco de la figura 1 de dicha norma, en la cual se señala que ésta cámara de aire no ventilada tendría una resistencia térmica (*R_g*) de 0.16 (m²·K/W).

Reemplazando los valores anteriores en la expresión de *R_t*, se obtendrá el espesor mínimo de aislante para cumplir con las exigencias:

$$0,63 = 0,05 + (0,01/0,22) + (0,00635/0,104) + (e/0,0424) + 0,12 + 0,16$$

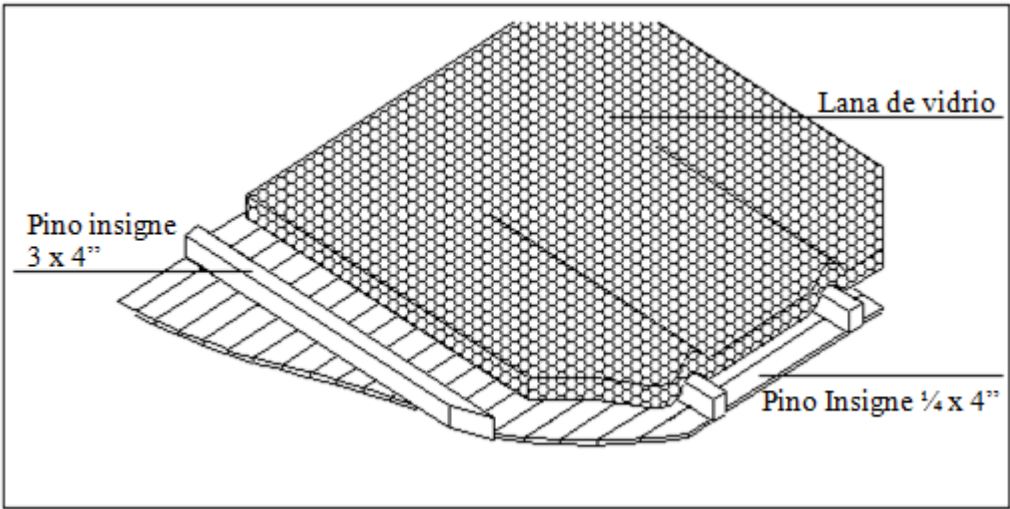
$$e = 0,008 \text{ mts.}$$

Según el valor obtenido el espesor mínimo de aislante tipo lana de vidrio utilizar es de 8 mm. Este espesor no se encuentra comercialmente, por ello para esta solución utilizaremos un espesor de 40 mm.

3.4.1.3.- Complejo Techumbre.

Para dar cumplimiento con la exigencia térmica al complejo techumbre se propone lo siguiente.

Figura N° 13 Elementos Constructivos primera solución complejo de techumbre



Fuente: Elaboración propia

El calculo del espesor necesario de aislante para dar cumplimiento con la reglamentación térmica, se calculara con la expresión presentada en el presente capitulo en el punto 3.2.1.-

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

Según Tabla 1 de Anexo B, columna Techumbre, la Resistencia Térmica Total exigida para Zona Térmica 5 – Región de Los Lagos (Ver Anexo C) es:

$$R_t = 3,03 (m^2 \cdot K/W).$$

Las características de los materiales de la primera solución del complejo techumbre se presentan en la Tabla N° 16.

Tabla N° 16 Características materiales solución complejo techumbre

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,00635	410	0,104
Lana de vidrio	<i>e</i>	11	0,0424

Fuente: Elaboración propia

Según Tabla N°2 de la NCh 853.Of91, la Resistencia Térmica Superficial Interior (R_{si}) y la Exterior (R_{se}) es igual a 0,10 (m²·K/W).

Reemplazando los valores anteriores en la expresión de R_t , se obtendrá el espesor mínimo de aislante para cumplir con las exigencias:

$$3,03 = 0,10 + (0,00635/0,104) + (e/0,0424) + 0,10 + 0$$

$$e = 0,12 \text{ mts.}$$

Según el valor obtenido el espesor mínimo de aislante tipo lana de vidrio utilizar es de 120 mm. Este espesor si se encuentra en el comercio, por ello se utilizara en esta solución el espesor que dio por cálculo.

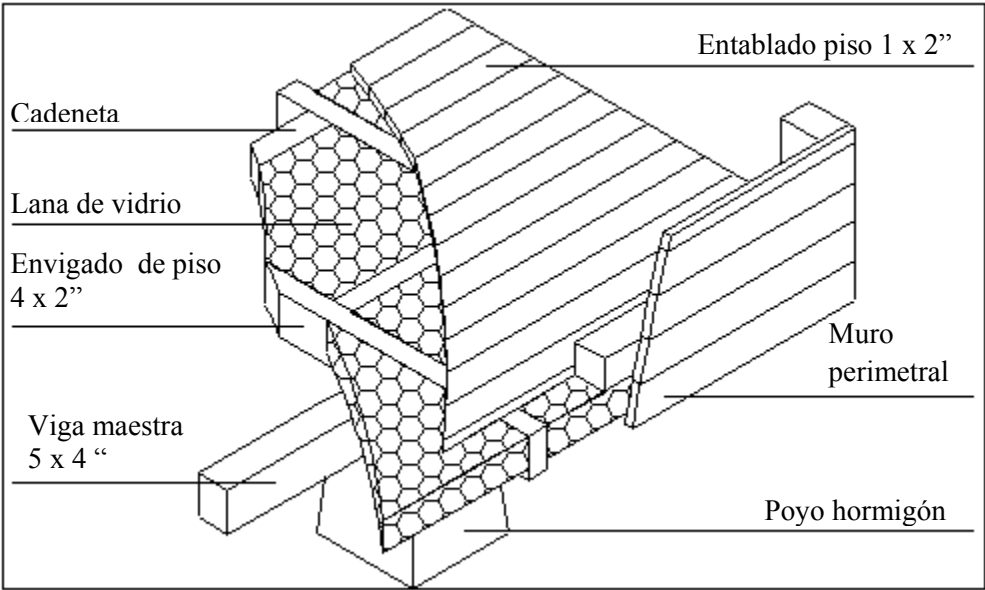
3.4.2.- Segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica en la vivienda.

A continuación se presentaran las propuestas de los distintos complejos, para lograr una mayor aislación térmica de acuerdo a las condiciones y características de los distintos complejos de la vivienda y espesor máximos del material aislante utilizado.

3.4.2.1.- Complejo Piso Ventilado.

Para lograr una mayor aislación térmica de acuerdo a las condiciones y características del complejo de piso ventilado se propone lo siguiente.

Figura N° 14 Elementos Constructivos segunda solución complejo piso ventilado



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 17 se presentan las características de los materiales que conforman la solución del complejo muro, que se consideraran en el posterior análisis.

Tabla N° 17 Características materiales segunda solución complejo piso ventilado

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m * °K)
Pino Insigne	0,0254	410	0,104
Lana de vidrio	0,10	11	0,0424

Fuente: Elaboración propia

La resistencia térmica aporta por la lana de vidrio como aislante térmico al complejo de piso ventilado, considerando el espesor (*e*) y la conductividad térmica (*λ*) según la relación:

$$R = \frac{e}{\lambda}(W/m^2*K)$$

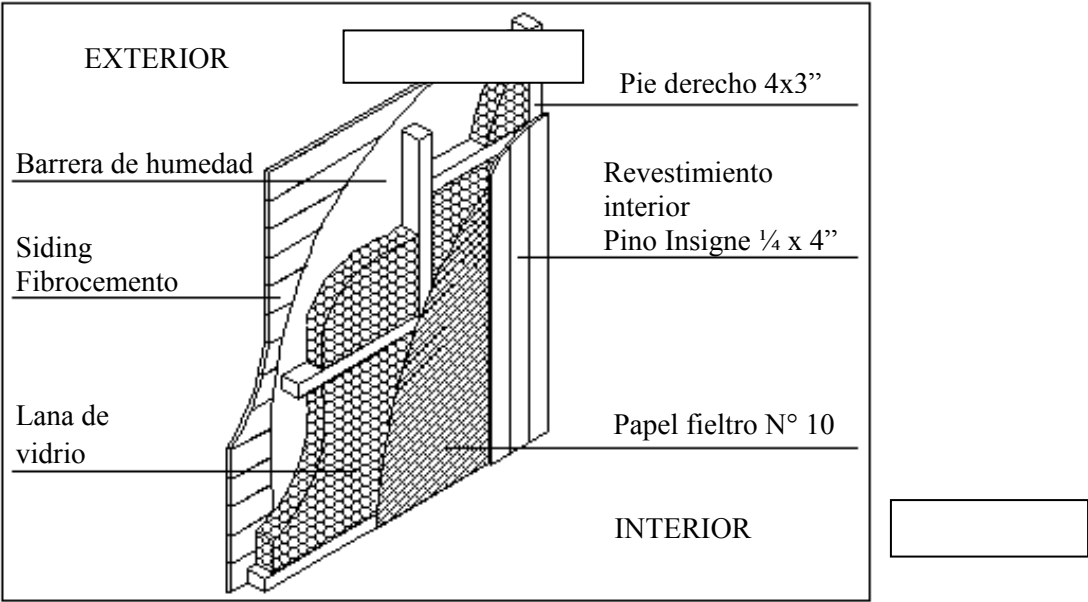
La lana de vidrio aporta una resistencia térmica de 2,36 (m²*K/W).

3.4.2.2.- Complejo de Muro.

Para lograr una mayor aislación térmica de acuerdo a las condiciones y características del complejo de muro se propone lo siguiente.

Tanto la estructura de la vivienda como el revestimiento interior se mantienen, ver figura N° 15.

Figura N° 15 Elementos Constructivos segunda solución complejo de muro



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 18 se presentan las características de los materiales que conforman la solución del complejo muro, que se consideraran en el posterior análisis.

Tabla N° 18 Características materiales segunda solución complejo muro

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,00635	410	0,104
Lana de vidrio	0,10	11	0,0424
Siding Fibrocemento	0,01	920	0,22

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la Tabla N ° 18 solo se mencionan los materiales que se consideraran en el cálculo de la resistencia térmica total del muro.

La resistencia térmica aporta por la lana de vidrio como aislante térmico, al complejo de muro, considerando el espesor (*e*) y la conductividad térmica (*λ*) según la relación:

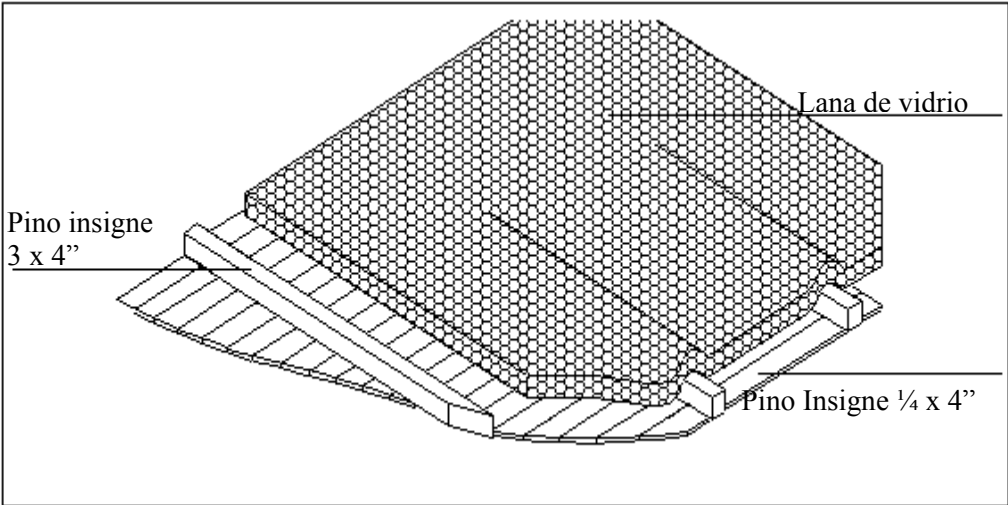
$$R = \frac{e}{\lambda}(W/m^2 \cdot K)$$

La lana de vidrio aporta una resistencia térmica de 2,36 (m²*K/W).

3.4.2.3.- Complejo de Techumbre.

Para lograr una mayor aislación térmica de acuerdo a las condiciones y características del complejo de techumbre (fría) se propone lo siguiente.

Figura N° 16 Elementos Constructivos segunda solución complejo de techumbre



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 19 se presentan las características de los materiales que conforman la solución del complejo techumbre, que se consideraran en el posterior análisis.

Tabla N° 19 Características materiales solución complejo techumbre

Material	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m * K)
Pino Insigne	0,00635	410	0,104
Lana de vidrio	0,16	11	0,0424

Fuente: Elaboración propia

La resistencia térmica aporta por la lana de vidrio como aislante térmico, al complejo de muro, considerando el espesor (e) y la conductividad térmica (λ) según la relación:

$$R = \frac{e}{\lambda} (W/m^2 \cdot K)$$

La lana de vidrio aporta una resistencia térmica de 3,77 ($m^2 \cdot K/W$).

3.5.- Análisis térmico de la vivienda en condiciones mejoradas.

Las propuestas de mejora de la envolvente térmica se analizará con el software Certificación del Comportamiento Térmico para Edificios de Chile v2.0 (CCTE v2.0) puesto a disposición por el MINVU en su página web. Este programa permite acreditar el cumplimiento de la Reglamentación Térmica vigente (art. 4.1.10. OGUC), además realizar los cálculos de demanda de energía entregando resultados sobre la base de condiciones de confort térmico interior predeterminadas.

La utilización y generación de resultados del software se basa y realizó en las siguientes etapas

✓ Descripción

Se define la zona donde se encuentra emplazada la vivienda de acuerdo al plano de zonificación térmica, definimos la orientación cardinal y finalmente el tipo de vivienda en este caso unifamiliar.

Figura N° 17 Descripción de la vivienda en el software CCTE v2.0

Información climática

Región: De Los Lagos


Comuna: OSORNO Zona 5

Latitud: -41,00

Altitud: 229,00

Orientación del edificio

Ángulo: 270,00



Tipo edificio

☒ Vivienda unifamiliar

☐ Vivienda en bloque

Clase por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso: Residencial

Datos del Proyecto

Nombre del proyecto: Tesis

Región: X region

Comuna: Osorno

Dirección: Poblacion San Maximiliano Kolbe

Datos del Evaluador

Nombre: Julio Salamanca

Empresa o Institución:

E-mail:

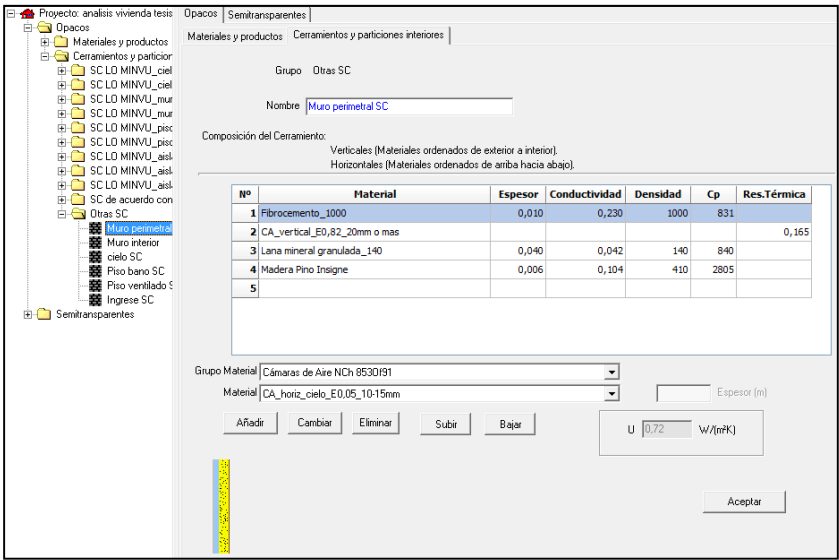
Teléfono: (null)

Fuente: Elaboración propia

✓ Gestión de base de datos

En esta etapa se define la materialidad de los distintos complejos, dividiéndose en dos tipos los opacos (piso ventilado, muros y techumbre) y semitransparentes (ventanas). Esto puede ser hecho de dos maneras, seleccionan las soluciones contenidas por defecto en el software o crear la solución constructiva de acuerdo a las especificaciones de la vivienda, como fue en este caso. Las soluciones se cargaron en el software de acuerdo a las soluciones de mejoras de la envolvente térmica presentadas en los títulos 3.4.1 y 3.4.2.

Figura N° 18 Gestión de base de datos de la vivienda en el software CCTE v2.0



Fuente: Elaboración propia

✓ Opciones y valores por defecto

En esta etapa se le asigna a cada elemento constitutivo (complejo) de la vivienda la materialidad correspondiente de acuerdo a las definiciones hechas en el punto anterior y las soluciones propuestas.

Figura N° 19 Opciones y valores por defecto de la vivienda en el software CCTE v2.0

Cerramientos y particiones interiores

Muro:
Muros de fachada, Verticales y rectangulares.

Composición tipo "muro"

Muro perimetral SC

Vano

Composición del "vano"

Ventana vidrio simple 3mm

Altura del vano

1.00

 m

Anchura del vano

1.00

 m

Posición Y respecto al suelo

1.00

 m

Retranqueo

0.00

 m

Protección solar

...

Cerramiento horizontal en contacto con el aire exterior:
Cubiertas planas o suelos en contacto con el exterior.

Composición tipo "cerramiento horizontal"

Piso ventilado SC

Cerramiento o partición interior geoméricamente singular.
Cubiertas inclinadas, hastiales, fachadas o particiones interiores inclinadas, etc.

Composición tipo "cerramiento singular"

Piso ventilado SC

Medianería

Composición tipo "medianería"

Muro perimetral SC

Cerramiento horizontal en contacto con el terreno

Composición tipo "suelo en contacto con el terreno"

Piso bano SC

☐ Aislamiento perimetral

D

0.0

 m

Ra

0.0

 m²K/W

Muro en contacto con el terreno

Composición tipo "muro en contacto con el terreno"

Muro perimetral SC

Partición interior horizontal

Composición tipo "partición interior horizontal"

cielo SC

Partición interior vertical

Composición tipo "partición interior vertical"

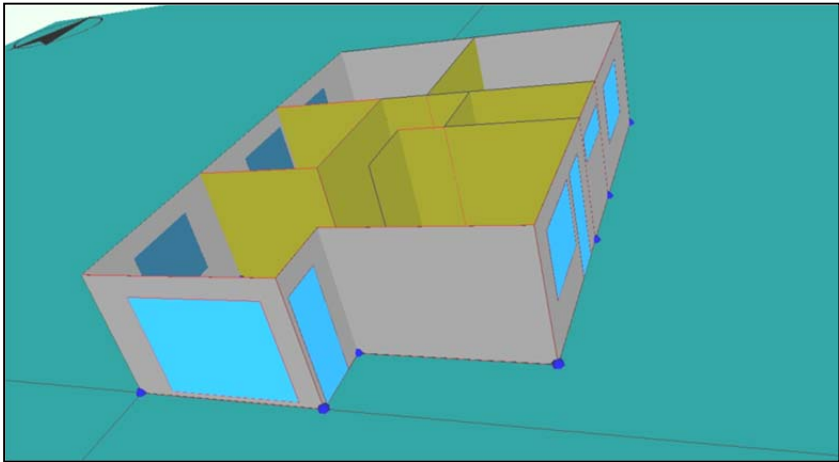
Muro interior

Fuente: Elaboración propia

✓ Visualización del edificio

Corresponde a la definición geométrica del edificio.

Figura N° 20 Vivienda modelada en el software CCTE v2.0



Fuente: Elaboración propia

✓ Cálculo, resultados y generación del informe de verificación

Una vez realizada las etapas anteriores y ya cargadas y definidos todos los aspectos del proyecto se procede al cálculo. En esta etapa se entrega los valores de los consumos en calefacción y refrigeración demandados por la vivienda.

También es posible generar un informe de verificación del cumplimiento de la normativa térmica vigente. En este informe se entregan todos los resultados del análisis del programa como por ejemplo los valores de las transmitancia térmicas de los complejos, el porcentaje máximo de ventanas respecto a los paramentos verticales del edificio, descripción geométrica del edificio, etc.

3.5.1.- Transmitancias térmicas de los complejos de la vivienda.

A continuación se presentaran los valores, de las transmitancias térmicas (U) de los distintos complejos, arrojados por el software CCTE v2.0 de acuerdo al informe generado por este, del análisis de la vivienda con las propuestas de mejora a la envolvente térmica, contrastados con lo valores máximos admisibles y, así verificar el cumplimiento de la reglamentación térmica vigente.

Figura N° 21 Tabla con resultados del informe generado por el CCTE v2.0 del Análisis de la vivienda con la primera propuesta.

2.2. Conformidad Cerramientos Opacos		
Exigencias según el Artículo 4.1.10 de la Ordenación General de Urbanismo y Construcciones.		
Tipo	U Proyecto (W/m²K)	U Máxima (W/m²K)
Muros	0,72	1,60
Techumbres	0,32	0,33
Pisos Ventilados	0,43	0,50

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22 Tabla con resultados del informe generado por el CCTE v2.0 del Análisis de la vivienda con la segunda propuesta.

2.2. Conformidad Cerramientos Opacos		
Exigencias según el Artículo 4.1.10 de la Ordenación General de Urbanismo y Construcciones.		
Tipo	U Proyecto (W/m²K)	U Máxima (W/m²K)
Muros	0,38	1,60
Techumbres	0,25	0,33
Pisos Ventilados	0,36	0,50

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.- Porcentaje máximo superficie de ventanas.

En la Figura N° 20 se presenta los resultados del análisis de la vivienda con el CCTE v2.0 respecto al porcentaje máximo superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente.

Figura N° 23 Tabla con resultados del informe generado por el CCTE v2.0 del Análisis de la vivienda.

2.3. Conformidad Cerramientos Semitransparentes		
Exigencias según el Artículo 4.1.10 de la Ordenación General de Urbanismo y Construcciones.		
Tipo	Proyecto	Máx. Permitida
Transmitancia Térmica ponderada	-	-
Vidrio monolítico	17,0 %	18,0 %
Doble Vidriado Hermético (3.6W/m²K >= U > 2.4W/m²K)	-	-
Doble Vidriado Hermético (U <= 2.4W/m²K)	-	-

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.- Demanda de energía en calefacción de la vivienda en condiciones modificadas

En las Tablas N° 20 y 21 se presentan los valores de la demanda de energía anual en calefacción de la vivienda según su orientación cardinal, arrojados por el software CCTE v2.0 del análisis de la vivienda con las propuestas de mejora a la envolvente térmica.

Tabla N° 20 Demanda de energía de la vivienda en calefacción con la primera propuesta

Orientación	Demanda Total KWh Térmicos	
	KWh anual	KWh/año m ²
Norte	9631,37	156,1
Sur	9909,02	160,6
Este	9686,90	157,0
Oeste	9717,75	157,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21 Demanda de energía de la vivienda en calefacción con la segunda propuesta

Orientación	Demanda Total KWh Térmicos	
	KWh anual	KWh/año m ²
Norte	8428,22	136,6
Sur	8705,87	141,1
Este	8483,75	137,5
Oeste	8514,60	138,0

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV.- Análisis económico de la propuesta de mejoramiento de la envolvente térmica de la vivienda.

Como se mencionó en el Capítulo I uno de los fines de la reglamentación térmica es optimizar y/o reducir el consumo de energía en el sector residencial.

El análisis que se realizará a continuación se centrará en este fin y así determinar si se cumplió dicho objetivo, cuáles son sus beneficios e inversión que significaría la implementación de las soluciones en los complejos de la vivienda para cumplir con la reglamentación térmica.

4.1.- Consumo de energía en calefacción de la vivienda según su orientación cardinal.

Lo primero que podemos comparar es la cantidad de energía demandada por la vivienda en calefacción para lograr el confort térmico de sus habitantes, en todas las condiciones antes expuestas. En el Capítulo III en los puntos 3.3.3 y 3.5.3 se presentaron estos valores, en la siguiente tabla se presentan todos estos valores.

Tabla N° 22 Demanda de energía de la vivienda en calefacción

Orientación	Demanda Total KWh anual Térmicos en la vivienda		
	Actual	Primera propuesta	Segunda propuesta
Norte	23008,97	9631,37	8428,22
Sur	23727,99	9909,02	8705,87
Este	24037,60	9686,90	8483,75
Oeste	23933,30	9717,75	8514,6

Fuente: Elaboración propia

4.2.- Consumo anual de combustible en calefacción.

Como se observa en la Tabla N° 22 la disminución en la demanda de energía en calefacción es considerable en las 4 orientaciones cardinales en ambas propuestas.

En el primer análisis que se realizará se calculará la demanda de combustible en las diferentes condiciones de la envolvente térmica de la vivienda y se comparará con el actual consumo de leña de las viviendas según el equipo de calefacción utilizado, se determinará el

costo en dinero que significa este consumo, y compararlos para determinar el ahorro que significaría el hecho de que la vivienda contara con las mejoras propuestas.

4.2.1.- Fundamento de cálculo.

El cálculo del consumo de combustible en calefacción, se realizara según la siguiente expresión obtenida del libro “Energía en Arquitectura y Construcción”.

$$C = \left(\frac{Q * 859,8}{PCI * r} \right) * 1,25 (m^3)$$

Donde:

C = Consumo de combustible. (m^3)

Q = calor KWh mes totales.

PCI = Poder calorífico inferior. ($Kcal/m^3$)

r = Rendimiento equipos de calefacción. (%)

Para los siguientes cálculos se utilizará un PCI de 1.180.000 ($Kcal/m^3$), valor obtenido del Sistema Nacional de Certificación de Leña, un rendimiento (r) del 75% para estufas de combustión lenta, 32% para cocinas a leña y salamandra, y un rendimiento promedio de 53,5% para cuando se utiliza cocina a leña y combustión lenta conjuntamente, los Q corresponden a los indicados en la Tabla N° 22.

4.2.2.- Consumo de leña como combustible en calefacción.

A continuación se presentan los valores del consumo de leña en m^3 demandado por la vivienda, según el artefacto de calefacción, la orientación cardinal y las condiciones de la envolvente térmica.

Tabla N° 23 Demanda de m3 leña según artefacto de calefacción, condición actual envolvente térmica

Orientación	Tipo artefacto		
	Cocina a leña o Salamandra	Cocina a leña y combustión lenta	Estufas de combustión lenta
Norte	65	39	28
Sur	68	41	29
Este	68	41	29
Oeste	68	41	29

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24 Demanda de m3 leña según artefacto de calefacción primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica

Orientación	Tipo artefacto		
	Cocina a leña o Salamandra	Cocina a leña y combustión lenta	Estufas de combustión lenta
Norte	27	16	12
Sur	28	17	12
Este	28	17	12
Oeste	28	17	12

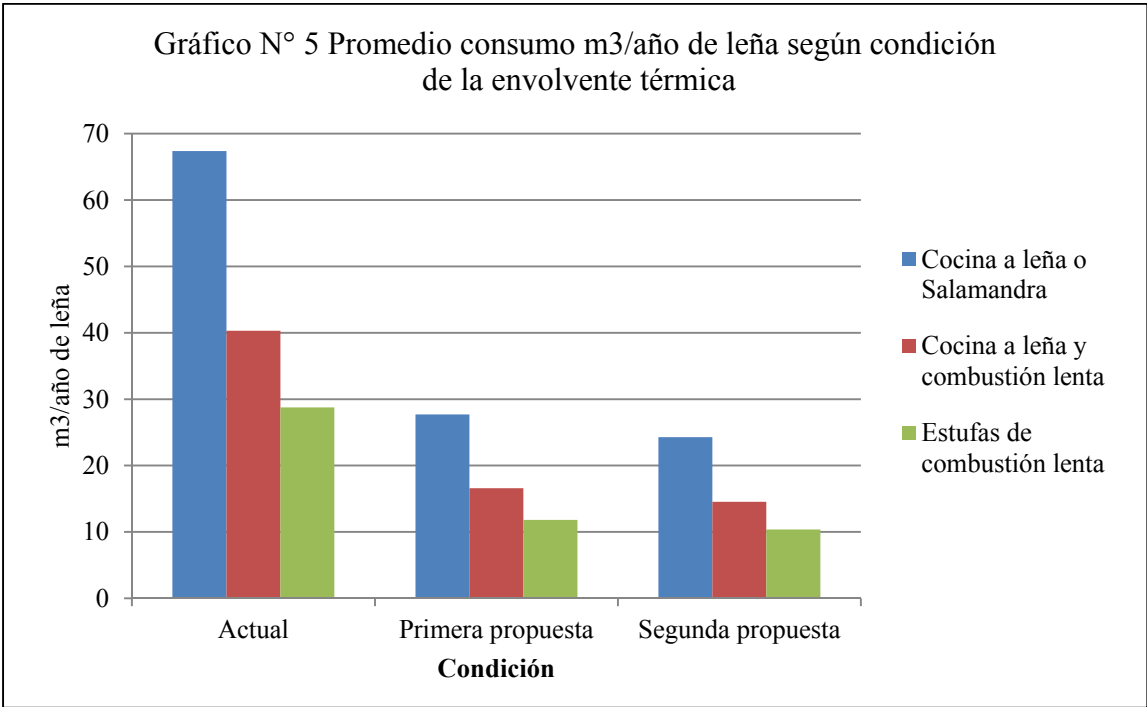
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 25 Demanda de m3 leña según artefacto de calefacción segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica

Orientación	Tipo artefacto		
	Cocina a leña o Salamandra	Cocina a leña y combustión lenta	Estufas de combustión lenta
Norte	24	14	10
Sur	25	15	11
Este	24	14	10
Oeste	24	14	10

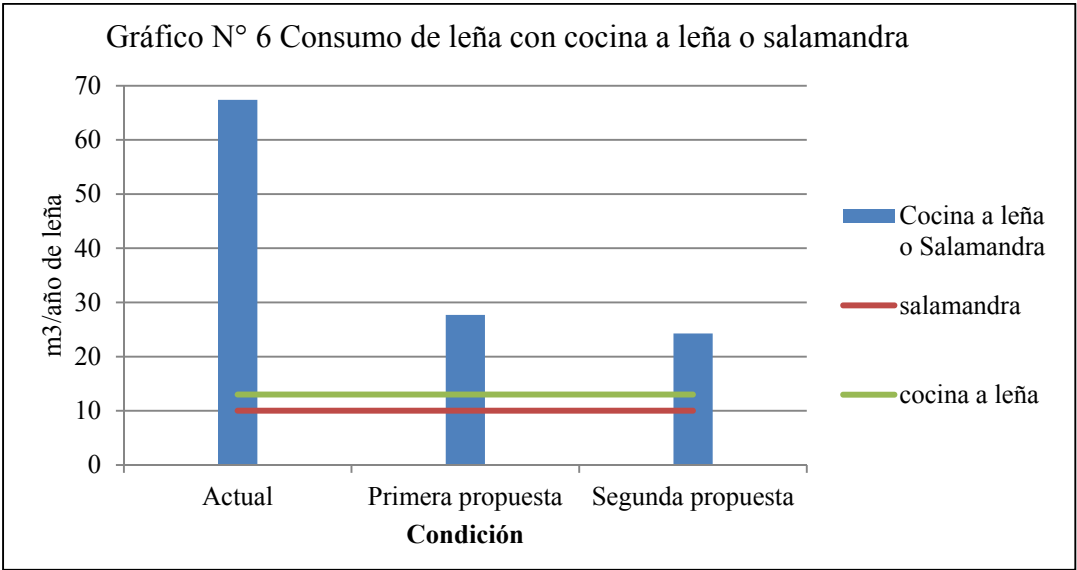
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se muestra y relacionan las tres condiciones de estudio de la envolvente térmica con respecto a la cantidad de m³ de leña necesaria de acuerdo a esta condición para lograr la temperatura de confort térmico. Los valores de m³ de leña según el equipo de calefacción se promediaron en cada una de las condiciones de la envolvente.

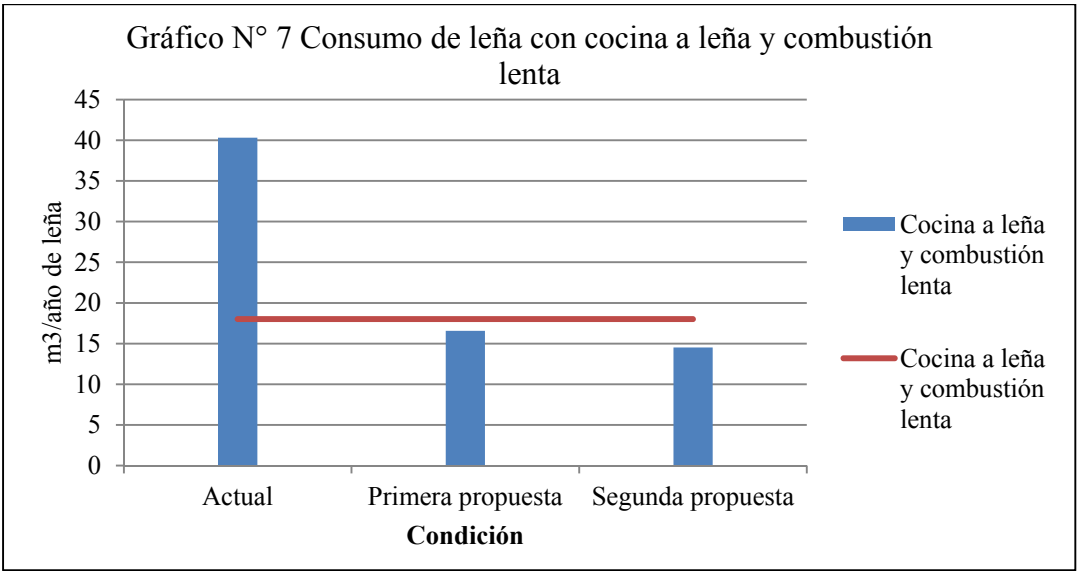


Fuente: Elaboración propia

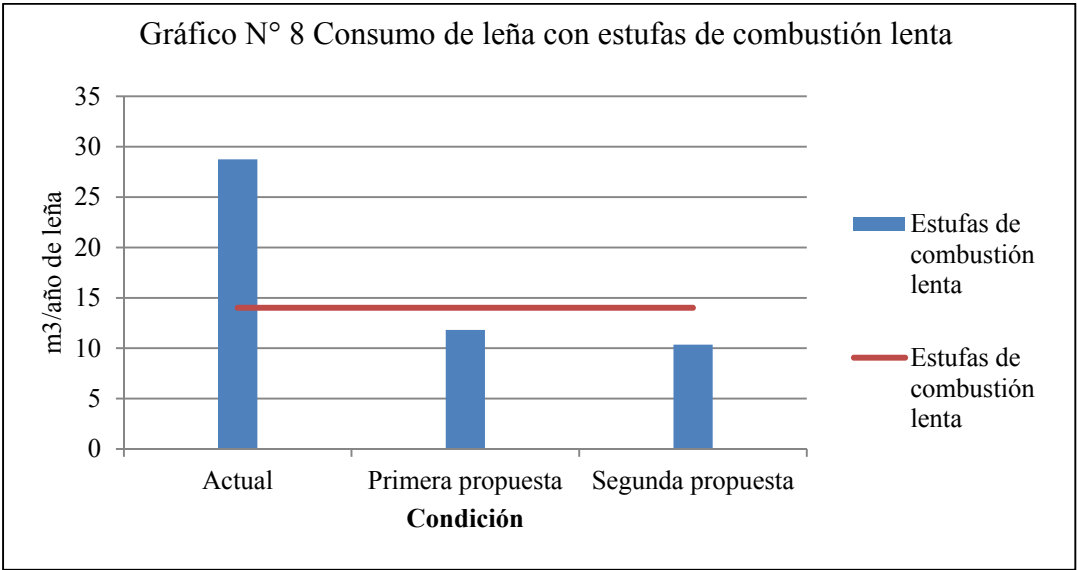
Ya determinados los consumos de leña de la vivienda para conseguir el confort térmico según la condición de la envolvente térmica y el equipo de calefacción utilizado, se compararán estos valores con los presentados en la Tabla N° 5 del Capítulo III punto 3.1.2.- para diferenciar estos consumos, con los consumos actuales y reales de leña de las viviendas, junto con verificar si con estos consumos reales se logra el confort térmico. Esto se presenta en los siguientes gráficos; con las columnas se representara el consumo según la condición de la envolvente térmica que demandaría la vivienda para lograr y mantener una temperatura de confort, las líneas nos marcan el nivel de consumo actual y real de leña de la vivienda.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

De los Gráficos N° 6, 7 y 8, observamos que con la condición de la envolvente actual, cualquier equipo de calefacción y el consumo de leña asociado a este tipo de equipo en ninguna vivienda se logra el confort térmico. Ahora con las propuestas de mejoras de la envolvente térmica, solamente con el consumo que se da en las viviendas con salamandras o cocinas a leña no se lograría conseguir el confort térmico en la vivienda con ninguna de las 2 propuestas. Las diferencias en el consumo son de un 64,3% y un 53,6% en las viviendas que utilizan salamandra o cocinas a leña respectivamente con la primera propuesta y, con la segunda de un 58,3% y 45,8%. Por el contrario en las viviendas que se utiliza cocina a leña y combustión lenta o solo combustión lenta el consumo actual se ve disminuido en un 5,5% y un 16,7% respectivamente con la primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica, y en el caso de la segunda propuesta de mejoras, este consumo se ve disminuido en un 16,7% en el caso de cocina a leña y estufa de combustión lenta y en un 28,6% con estufas de combustión lenta.

4.2.3.- Costo anual de calefacción en la vivienda según las condiciones de su envolvente térmica.

El costo de esta demanda se calculo en base a un precio de \$19.500 con i.v.a. por m³, valor de la leña observado en la ciudad de Osorno, precio en comercios certificados y facilitado por Vicente Rodríguez Tureo Gerente Técnico/Secretario Nacional, Sistema Nacional de Certificación de Leña Corporación de Certificación de Leña, la cantidad de m³ de leña se obtiene de las Tablas N° 24, 25 y 26, se utilizara un valor de la UF al día 27/10/2010. Estos costos se presentan en las siguientes tablas.

Tabla N° 26 Costo anual en calefacción condición actual según artefacto
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

Orientación	Equipo de calefacción		
	Cocina a leña o Salamandra	Cocina a leña y combustión lenta	Estufas de combustión lenta
Norte	59,7	35,7	25,5
Sur	61,6	36,8	26,3
Este	62,4	37,3	26,6
Oeste	62,1	37,2	26,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27 Costo anual en calefacción primera propuesta según artefacto
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

Orientación	Equipo de calefacción		
	Cocina a leña o Salamandra	Cocina a leña y combustión lenta	Estufas de combustión lenta
Norte	25,0	15,0	10,7
Sur	25,7	15,4	11,0
Este	25,1	15,0	10,7
Oeste	25,2	15,1	10,8

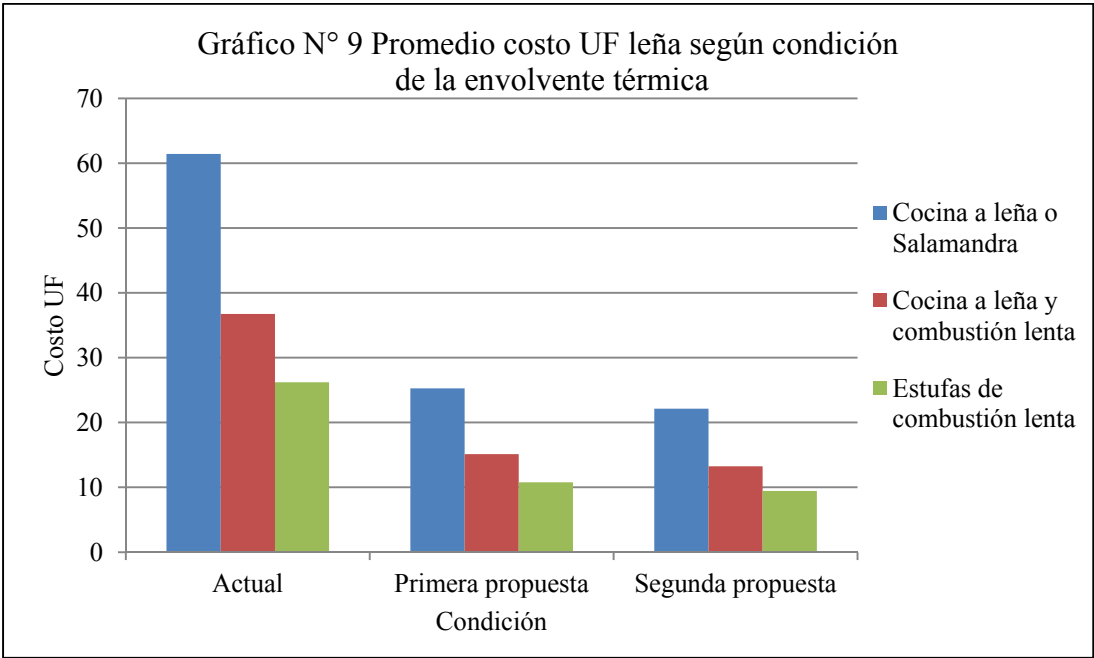
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 28 Costo anual en calefacción segunda propuesta según artefacto
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

Orientación	Equipo de calefacción		
	Cocina a leña o Salamandra	Cocina a leña y combustión lenta	Estufas de combustión lenta
Norte	21,9	13,1	9,3
Sur	22,6	13,5	9,6
Este	22,0	13,2	9,4
Oeste	22,1	13,2	9,4

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se muestra y relacionan las tres condiciones de estudio de la envolvente térmica con respecto al costo leña necesaria de acuerdo a esta condición para lograr la temperatura de confort térmico. Estos costos de la leña según el equipo de calefacción se promediaron en cada una de las condiciones de la envolvente.



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla presentaremos el costo de leña del consumo real y actual de las viviendas según el equipo de calefacción utilizado.

Tabla N°29 Costo consumos reales de leña según equipo de calefacción
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

	Salamandra	Cocina a leña	Cocina a leña y combustión lenta	Estufas de combustión lenta
m3/año leña	9,1	11,9	16,4	12,8

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.- Costo propuesta de mejoras en la envolvente térmica de la vivienda.

A continuación se presentan los costos de las dos soluciones propuestas en sus distintos complejos. Los costos fueron calculados en función de las Figuras y Tablas de las dos soluciones propuestas en sus distintos complejos, presentadas en el Capítulo III en los puntos 3.4.1 y 3.4.2.

4.2.4.1.- Costo primera propuesta.

En las siguientes tablas se presentan los costos de los distintos complejos de la primera propuesta.

Tabla N° 30 Costo primera propuesta envolvente térmica
Complejo de Piso Ventilado
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

DETALLE	Valor UF m2	Valor UF Total
<u>Material</u>		
Lana de vidrio e = 80 mm	0,14	8,15
Barrera de Humedad Fieltro #10	0,01	0,50
Pino cepillado seco 1 x 4"	0,16	9,31
<u>Mano de Obra</u>	0,14	8,15

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los materiales y espesores se corresponden con la propuesta y cálculos realizados en el punto 3.4.1.1 Capítulo III, contenidos en la Tabla N° 12.

Tabla N° 31 Costo primera propuesta envolvente térmica
Complejo de Muro
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

DETALLE	Valor UF m2	Valor UF Total
<u>Material</u>		
Siding Fibrocemento e=10 mm	0,48	20,02
Barrera de Humedad Fieltro #10	0,01	0,53
Lana de vidrio e = 40 mm	0,07	4,27
<u>Mano de Obra</u>	0,19	11,59

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los materiales y espesores se corresponden con la propuesta y cálculos realizados en el punto 3.4.1.2 Capítulo III, contenidos en la Tabla N°13

Tabla N° 32 Costo primera propuesta envolvente térmica
Complejo de Techumbre
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

DETALLE	Valor UF m2	Valor UF Total
<u>Material</u>		
Lana de vidrio e = 120 mm	0,22	13,20
<u>Mano de Obra</u>	0,02	1,20

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los materiales y espesores se corresponden con la propuesta y cálculos realizados en el punto 3.4.1.3 Capítulo III, contenidos en la Tabla N° 14

Tabla N° 33 Costo total primera propuesta
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

Valor UF m2	Valor UF Total
1,44	76,92

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2.- Costo segunda propuesta.

En las siguientes tablas se presentan los costos de los distintos complejos de la segunda propuesta.

Tabla N° 34 Costo segunda propuesta envolvente térmica
Complejo de Piso Ventilado
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

DETALLE	Valor UF m ²	Valor UF Total
<u>Material</u>		
Lana de vidrio e = 100 mm	0,16	9,31
Barrera de Humedad Fieltro #10	0,01	0,50
Pino cepillado seco 1 x 4"	0,16	9,31
<u>Mano de Obra</u>	0,14	8,15

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los materiales y espesores se corresponden con la propuesta y cálculos realizados en el punto 3.4.2.1 Capítulo III, contenidos en la Tabla N° 15.

Tabla N° 35 Costo segunda propuesta envolvente térmica
Complejo de Muro
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

DETALLE	Valor UF m²	Valor UF Total
<u>Material</u>		
Siding Fibrocemento e=10 mm	0,48	29,09
Barrera de Humedad Fieltro #10	0,01	0,53
Lana de vidrio e = 100 mm	0,16	9,50
<u>Mano de Obra</u>	0,19	11,59

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los materiales y espesores se corresponden con la propuesta y cálculos realizados en el punto 3.4.2.2 Capítulo III, contenidos en la Tabla N° 16.

Tabla N°36 Costo segunda propuesta envolvente térmica
Complejo de Techumbre
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

DETALLE	Valor UF m²	Valor UF Total
<u>Material</u>		
Lana de vidrio e = 160 mm	0,30	18,09
<u>Mano de Obra</u>	0,02	1,20

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los materiales y espesores se corresponden con la propuesta y cálculos realizados en el punto 3.4.2.3 Capítulo III, contenidos en la Tabla N° 17.

Tabla N° 37 Costo total segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica
(Valor UF referida al 27/10/2010 = \$21.385,85)

Valor UF m²	Valor UF Total
1,62	97,28

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.- Monto máximo subsidio al reacondicionamiento térmico en vivienda existente.

Ya determinado el costos de las dos propuestas realizadas para la mejora de la envolvente térmica, se analizara la condición de la vivienda para determinar si esta califica para postular y eventualmente ser favorecida con el subsidio para cubrir estos costos.

En el punto 1.4 se mencionaron las condiciones que debe cumplir la vivienda para postular al subsidio. Pueden postular las viviendas sociales D.L. N° 2.552, de 1979 (viviendas de menos de 400 UF), o viviendas que no superen 650 Unidades de Fomento, y viviendas cuyo Certificado de Recepción por la Dirección de Obras Municipales sea anterior al 4 de Enero de 2007, fecha de entrada en vigencia de la Reglamentación Térmica.

El avalúo fiscal de la vivienda haciende a \$13.858.024.- (Anexo H); y un valor de la UF de \$21.385,85 correspondiente al día 27/10/2010. Tomando estos dos valores nos da un valor de la vivienda de 647,9 UF. Las viviendas son muy anteriores al 4 de enero del 2007. Así según lo anterior la vivienda calificaría para postular al subsidio al reacondicionamiento térmico de la vivienda existente.

El monto máximo a que puede ascender el subsidio según el tramo al que pertenece el proyecto (Tabla 2, Anexo D) según la tabla 1 del Anexo D, es de 50 UF. Este valor no alcanza a cubrir el valor de ninguna de las dos propuestas de mejoras de la envolvente térmica. Sin embargo estos montos en el caso de “Proyectos de Mejoramiento de la Vivienda cuyo Certificado de Recepción por la Dirección de Obras Municipales sea anterior al 4 de Enero de 2007 y considere un acondicionamiento térmico que le permita cumplir con lo establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (como es nuestro caso), el monto total de subsidio podrá ser, en caso de requerirlo, de hasta el doble de aquél fijado para la comuna en que se localiza el proyecto”, si consideramos esto, el monto máximo que puede alcanzar el subsidio seria de 100 UF, este valor si cubriría el costo de las soluciones propuestas.

4.2.6.- Análisis de costos v/s ahorro y recuperación de la inversión.

Las propuestas de mejoras de la envolvente térmica como se mostró en lo puntos anteriores significan un menor consumo de combustible en calefacción, por lo tanto una menor inversión en este ítem en la vivienda.

A continuación se analiza y compara la inversión v/s el ahorro, de ambas propuestas según el equipo de calefacción, que significaría que en la vivienda se implementaran estas mejoras en los distintos complejos, se realizará primero el análisis considerando que se consigue el confort térmico en las tres condiciones de la envolvente térmica y segundo con los valores reales y actuales de consumo de leña en las viviendas.

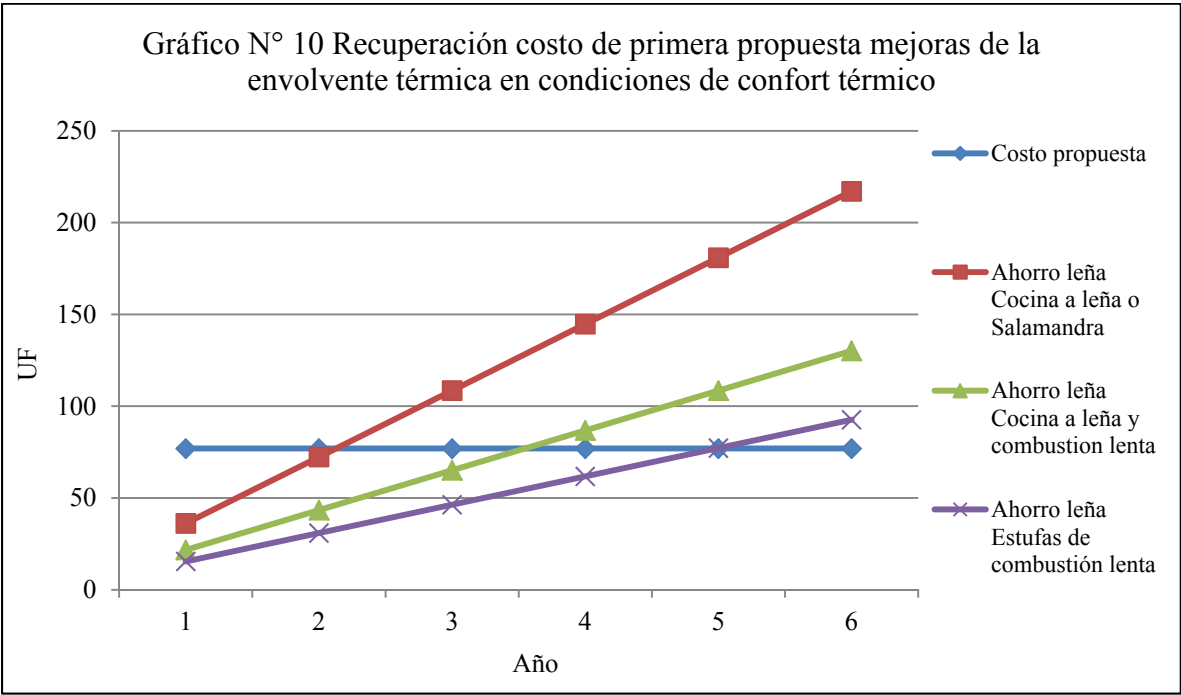
4.2.6.1.- Recuperación de recursos primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica en condiciones de confort térmico en la vivienda.

En el siguiente gráfico se compara los costos de la primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica de la vivienda con el ahorro en el costo de la leña como combustible para la calefacción, que significaría estas mejoras y, así determinar el tiempo en que se recuperaría el costo de estas mejoras.

El costo de la primera propuesta es de 76,92 UF este valor está contenido en la Tabla N° 33. El ahorro en el costo de m³ de leña para lograr la temperatura de confort, cada año que significa esta propuesta según el equipo de calefacción es:

- ✓ Cocina a leña o salamandra 36,2 UF.
- ✓ Cocina a leña y estufa de combustión lenta 21,7 UF.
- ✓ Estufa de combustión lenta 15,4 UF.

Con los valores anteriores se calcula el tiempo de recuperación de la inversión en las mejoras, estos resultados se presentan en el siguiente gráfico.



Fuente: Elaboración propia

La recuperación de los recursos invertidos en las mejoras de la envolvente térmica como se muestra en el gráfico anterior varía según el equipo de calefacción, así en el caso de la cocina a leña o salamandra este es al segundo año, cocina a leña y estufa de combustión lenta al cuarto año, y estufa de combustión lenta al quinto año.

4.2.6.2.- Recuperación de recursos segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica en condiciones de confort térmico en la vivienda.

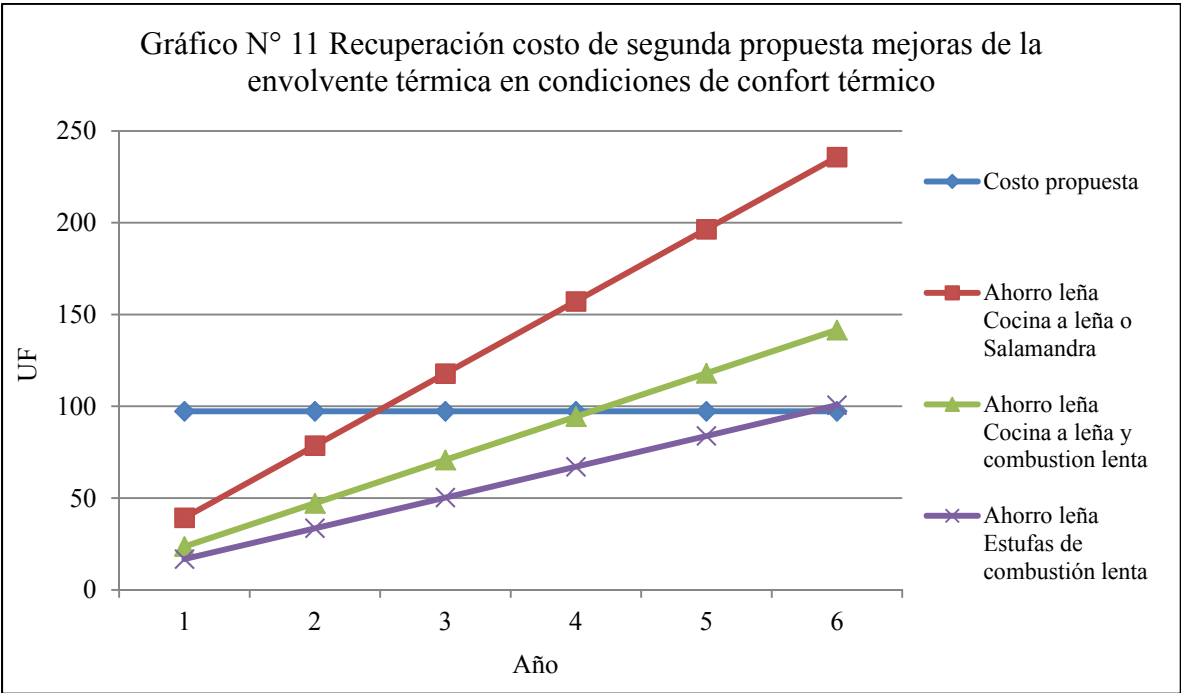
En el siguiente gráfico se compara los costos de la segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica de la vivienda con el ahorro en el costo de la leña como combustible para la calefacción, que significaría estas mejoras y, así determinar el tiempo en que se recuperaría el costo de estas mejoras.

El costo de la segunda propuesta es de 97,28 UF este valor esta contenido en la Tabla N° 37. El ahorro en el costo de m³ de leña para lograr la temperatura de confort, cada año que significa esta propuesta según el equipo de calefacción es:

- ✓ Cocina a leña o salamandra 39,3 UF.
- ✓ Cocina a leña y estufa de combustión lenta 23,6UF.

✓ Estufa de combustión lenta 16,8 UF.

Con los valores anteriores se calcula el tiempo de recuperación de la inversión en las mejoras, estos resultados se presentan en los siguiente grafico.



Fuente: Elaboración propia

La recuperación de los recursos invertidos en las mejoras de la envolvente térmica como se muestra en los gráficos anteriores varía según el equipo de calefacción así en el caso de la cocina a leña o salamandra es al segundo año, cocina a leña y combustión lenta es al quinto año, y estufa de combustión lenta al sexto año.

4.2.6.3.- Recuperación de recursos primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica vs leña utilizada actualmente

En el siguiente gráfico se compara los costos de la primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica de la vivienda con el ahorro en el costo de la leña como combustible para la calefacción, que significaría estas mejoras y, así determinar el tiempo en que se recuperaría el costo de estas mejoras.

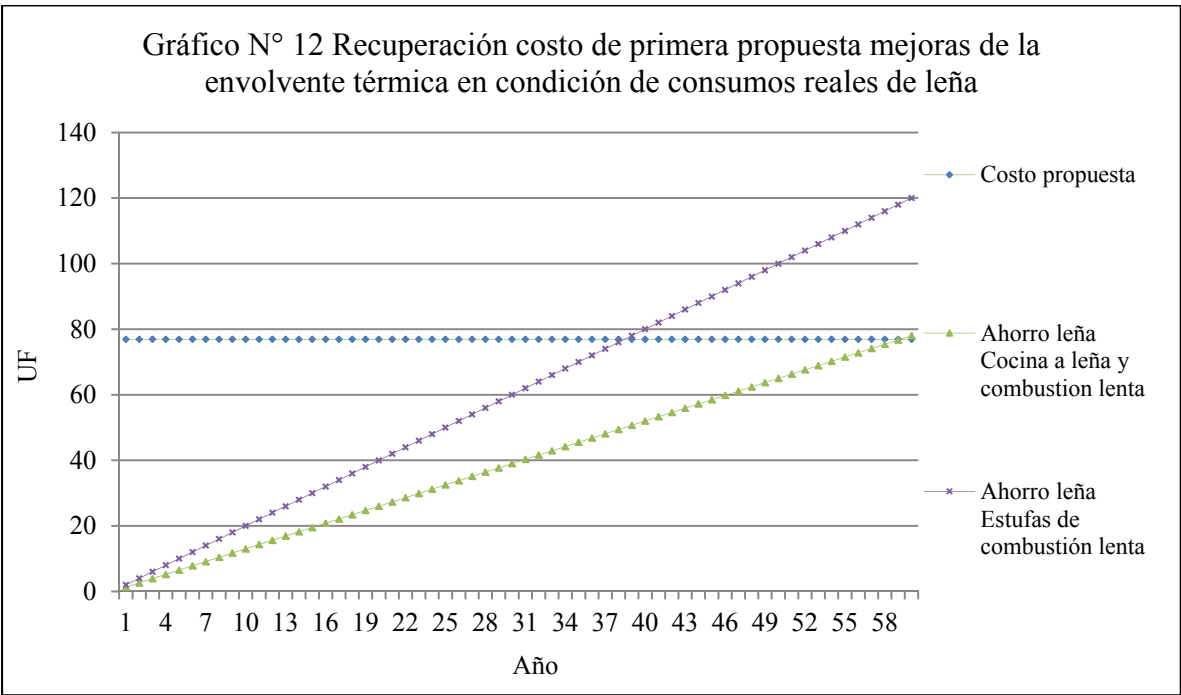
En el análisis realizado en los puntos 4.2.6.3 y 4.2.6.4 se consideraron todos los tipos y combinaciones de equipos de calefacción. Sin embargo para este análisis no se considerara la

cocina a leña ni la salamandra, ya que como se observo en el gráfico N° 6 el consumo de leña en las viviendas que presentan estos equipos no iguala el consumo que se debería dar para conseguir y mantener la temperatura de confort térmico.

El costo de la primera propuesta es de 76,92 UF este valor esta contenido en la Tabla N° 33. El ahorro anual en el costo de m³ entre la cantidad de leña utilizada en las viviendas y, la cantidad a utilizar con la mejora de la envolvente térmica según el equipo de calefacción es:

- ✓ Cocina a leña y estufa de combustión lenta 1,3 UF.
- ✓ Estufa de combustión lenta 2 UF.

Con los valores anteriores se calcula el tiempo de recuperación de la inversión en las mejoras, estos resultados se presentan en el siguiente gráfico.



Fuente: Elaboración

La recuperación de los recursos invertidos en las mejoras de la envolvente térmica como se muestra en el gráfico anterior varía según el equipo de calefacción así en el caso de la cocina a leña y combustión lenta es en el año 39, y estufa de combustión lenta es en el año 60.

4.2.6.4.- Recuperación de recursos segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica vs leña utilizada actualmente.

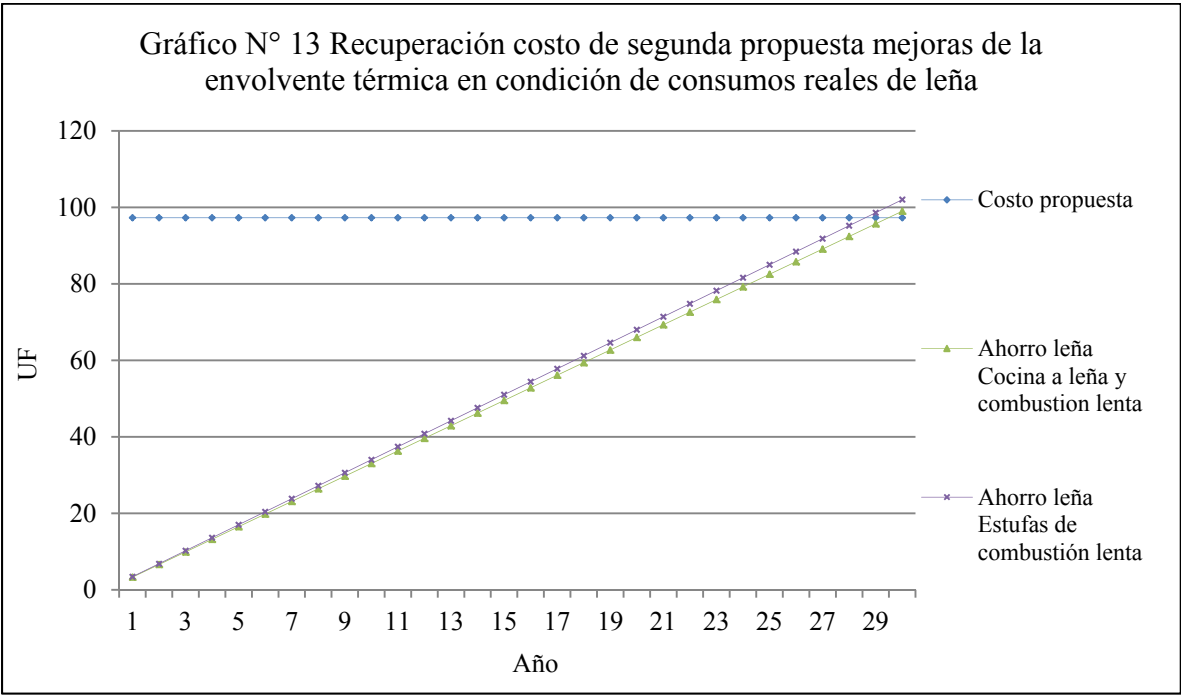
En el siguiente gráfico se compara los costos de la segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica de la vivienda con el ahorro en el costo de la leña como combustible para la calefacción, que significaría estas mejoras y, así determinar el tiempo en que se recuperaría el costo de estas mejoras.

En el análisis realizado en los puntos 4.2.6.3 y 4.2.6.4 se consideraron todos los tipos y combinaciones de equipos de calefacción. Sin embargo, para este análisis no se considerara la cocina a leña ni la salamandra, ya que como se observo en el Gráfico N° 6 el consumo de leña en las viviendas que presentan estos equipos no iguala el consumo que se debería dar para conseguir y mantener la temperatura de confort térmico.

El costo de la primera propuesta es de 97,28 UF este valor está contenido en la Tabla N° 33. El ahorro anual en el costo de m^3 entre la cantidad de leña utilizada en las viviendas y, la cantidad a utilizar con la mejora de la envolvente térmica según el equipo de calefacción es:

- ✓ Cocina a leña y estufa de combustión lenta 3,3 UF.
- ✓ Estufa de combustión lenta 3,4 UF.

Con los valores anteriores se calcula el tiempo de recuperación de la inversión en las mejoras, estos resultados se presentan en el siguiente gráfico.



Fuente: Elaboración propia

La recuperación de los recursos invertidos en las mejoras de la envolvente térmica como se muestra en el gráfico anterior varía según el equipo de calefacción así en el caso de la cocina a leña y combustión lenta es en el año 30, y estufa de combustión lenta es en el año 29.

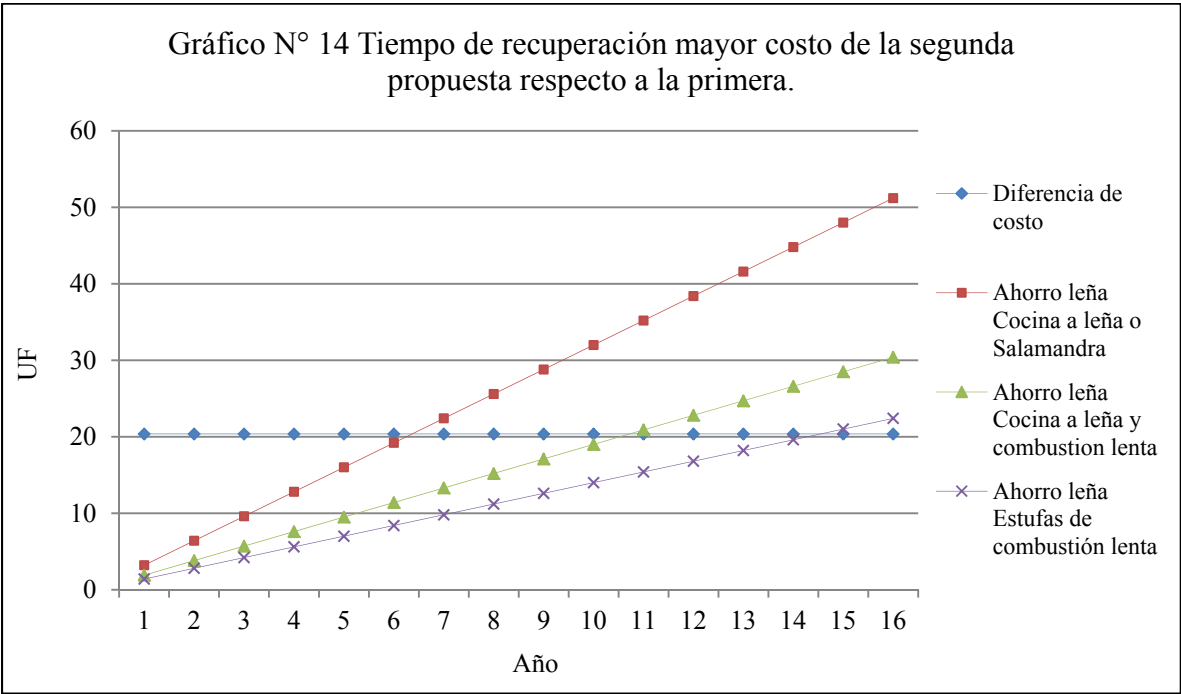
4.2.7.- Comparación de costos entre las dos propuestas de mejoras de la envolvente térmica de la vivienda.

Las dos propuestas de mejoras de la envolvente térmica de la vivienda representan un costo y un ahorro. Con la segunda propuesta se busco aumentar el valor de la resistencia térmica total (Rt) de cada complejo más que el valor mínimo fijado por la reglamentación, esto significa un mayor costo pero a su vez un mayor ahorro en combustible en calefacción. Ahora se analizara en cuanto tiempo este ahorro logra igualar la diferencia de costo entre la primera y segunda propuesta de mejoras

En las Tablas N° 33 y 37 se indican los costos total de la primera y segunda propuesta respectivamente, de aquí obtenemos un diferencia de 20,36 UF entre el costo de la segunda respecto de la primera propuesta de mejoras de la envolvente térmica. La diferencia entre costos de leña para calefacción año a año según el equipo de calefacción utilizado es:

- ✓ Cocina a leña o salamandra 3,2 UF.
- ✓ Cocina a leña y estufa de combustión lenta 1,9 UF.
- ✓ Estufa de combustión lenta 1,4 UF.

Con los datos anteriores se calcula en tiempo en años de recuperación del valor (UF) que significa esta segunda propuesta respecto a la primera. Los resultados se presentan en el siguiente gráfico.



Fuente: Elaboración propia

El ahorro que se da año a año en leña con la segunda propuesta de mejoras de la envolvente térmica con respecto a la primera se recupera a séptimo año en viviendas que se usa cocina a leña o salamandra, al decimo primer año en viviendas que se utiliza cocina a leña y estufas de combustión lenta conjuntamente, y al decimo quinto año en viviendas que utilizan estufas de combustión lenta.

CONCLUSIÓN

La vivienda como se vio en los cálculos realizados en el Capítulo III, no cumple en ninguno de sus complejos con los valores mínimos de resistencia térmica fijados en la D.O.04.01.2006, por esto mismo el gran consumo de energía en calefacción que demanda la vivienda en estas condiciones para lograr y mantener la temperatura de confort al interior de esta. Esto significa un gran costo o no habitar un ambiente agradable, sea cual sea la situación la vivienda no cumple en sus condiciones actuales con ser eficiente térmicamente.

Para mejorar esta situación, es que tomando como mínimo el dar cumplimiento con la reglamentación térmica, se propusieron soluciones para mejorar la envolvente. Estas soluciones logran mejorar la eficiencia térmica, como se observó en la Tabla N° 22 la demanda de energía disminuye considerablemente y todo lo que esto significa, menor cantidad de combustible y por ende menor costo, como se observa en el Grafico N° 5 y 9. Con las dos propuestas realizadas esta disminución en el consumo de combustible es considerable, en un promedio del 58,14%.

Todo lo anterior en condiciones de confort térmico, ahora, al comprar estos valores de demanda de energía en una vivienda con las mejoras de la envolvente térmica, con los consumos reales obtenidos de la encuesta, observamos en los Gráficos N° 6, 7 y 8 que en el caso de las viviendas que utilizan salamandra o cocina a leña este consumo no alcanza a cubrir la demanda optima para lograr la condición de confort térmico a diferencia de las viviendas donde se utiliza cocina a leña y estufas de combustión lenta, y solo estufas de combustión lenta, esto no solo porque el consumo en estas primeras viviendas es menor, si no por la eficiencia de los equipos de calefacción. Así tiene que estar íntimamente ligado al acondicionamiento térmico de la vivienda el utilizar equipos de calefacción de una alta eficiencia, si realmente queremos que este sea un aporte y hacer de la vivienda, un sistema eficiente térmicamente. Lo anterior permite dado el menor consumo de leña en calefacción, disminuir los altos niveles de contaminación atmosférica que afecta a la ciudad de Osorno en

los meses de invierno, que como se menciona en el Capítulo II es a causa del uso de leña como combustible para calefacción.

En cuanto a la recuperación de los recursos invertidos o costos de estas soluciones, primero en condiciones de confort térmico la recuperación de recursos es relativamente menor si la comparamos con el tiempo que suponemos será utilizado como hogar la vivienda. Cabe mencionar que dado lo que se observa en el Grafico N° 10, en el caso de viviendas que utilizan como equipo de calefacción salamandras o cocina a leña, esta recuperación de recursos es al segundo año y así va aumentando este tiempo al ir mejorando la eficiencia de los equipos, esto parece bastante extraño, pero hay que tener en consideración que la diferencia en costos del consumo de leña a medida que aumenta la eficiencia del equipo disminuye. Sin embargo, esto no significa que estos equipos de calefacción sean la mejor alternativa desde un punto de vista económico, siguen siendo los equipos de mayor eficiencia los que se deben considerar a la hora de calefaccionar el hogar, dado que a mayor eficiencia en igual condición de la envolvente térmica menor es el consumo de combustible.

En condiciones reales de consumo de leña, se observa que no se alcanza el confort térmico en las condiciones actuales de la envolvente térmica. Al comparar el consumo de leña de la vivienda en la actualidad con el que demandaría con las propuestas de mejoras de la envolvente, se observa que este último es menor, pero el ahorro que significa esta diferencia es muy menor si lo comparamos con el costo de las mejoras. La recuperación de los costos de las propuestas se eleva considerablemente, hasta los 60 años en el caso de la primera propuesta y a 30 años en el caso de la segunda. Así, las mejoras de la envolvente térmica en estos casos, no es la mejor comparación el hacerla respecto a los años en que se recupera el costo dado el ahorro en combustible, si no que con estas mejoras y el consumo actual de leña se logra un ambiente de confort térmico al interior de la vivienda.

En cuanto a las dos propuestas de mejoras de la envolvente térmica, se podría concluir que dado el tiempo de recuperación de los costos, la primera solución podría ser la mejor

alternativa, sin embargo hay que tener en cuenta que la vivienda no será habitada solo los años en que los costos se igualen con los ahorros, si no por muchos años más, además la eficiencia térmica con la segunda propuesta se ve mejorada, pero dado los resultados obtenidos cualquiera de las dos propuestas son una verdadera opción para la reducción y optimización de los recursos invertidos en calefacción.

BIBLIOGRAFÍA

Balance de Invierno 2008. 2009.

BUSTAMANTE, W.; Y. ROZAS.; R. CEPEDA.; F. ENCINAS.; P. MARTÍNEZ. 2009. Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social.

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN (CChC). 2010. Reacondicionamiento térmico de viviendas en uso.

CONAMA. 2003. Mediciones de calidad de aire y análisis de la contaminación atmosférica en la ciudad de Osorno, X Región. Informe Final. Centro Nacional del Medio Ambiente. Universidad de Chile.

CONAMA. 2007. Anteproyecto de plan de descontaminación atmosférico para las comunas de Temuco y Padre Las Casas. 26 p.

CORPORACIÓN CHILE AMBIENTE. 2008. Análisis del Potencial Estratégico de la Leña en la Matriz Energética Chilena. Comisión Nacional de Energía.

CORPORACIÓN NACIONAL DE CERTIFICACIÓN DE LEÑA. 2008. Desarrollo sustentable: leña certificada y su aporte al ahorro energético de las empresas. (Power Point)

DÍAZ, V.S.; R.O. BARRENECHE. 2005. Acondicionamiento térmico de edificios. 1 ed. Buenos Aires, 371p.

GÓMEZ-LOBO, A.; J.L. LIMA; C. HILL; M. MENESES. 2006. Diagnóstico del mercado de la leña en Chile. Informe Final. Departamento de Economía, Universidad de Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 2005. Combustible Sólido –Leña –Requisitos (NCh 2907)

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 2005. Combustible Sólido –Leña
–Muestreo e Inspección (NCh 2965)

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 1991. Acondicionamiento térmico
– Envolvente térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas
(NCh 853 of 91).

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). 2001. Norma de Calidad Primaria
para Material Particulado Respirable MP10.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU). 2006. Decreto Supremo N° 255,
(V. y U.).

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU). 2006. Manual de Aplicación
Reglamentación Térmica - Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones –
Artículo 4.1.10.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU). 2009. Ordenanza General de
Urbanismo y Construcciones.

SARMIENTO, PEDRO.2007. Energía Solar en Arquitectura y Construcción.

ANEXO A

TABLA 1

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	total
norte	71,7	69,0	72,2	61,0	33,8	29,2	31,6	44,4	56,1	62,2	64,9	72,8	668,9
este	107,0	100,0	76,9	50,3	26,5	21,7	24,2	36,3	51,6	82,6	93,4	109,3	779,8
oeste	107,0	100,0	76,9	50,3	26,5	21,7	24,2	36,3	51,6	82,6	93,4	109,3	779,8
sur	69,2	48,8	38,8	25,9	15,0	11,5	13,3	20,6	30,8	43,2	59,2	74,9	451,2
Promedio	88,73	79,45	66,20	46,88	25,45	21,03	23,33	34,40	47,53	67,65	77,73	91,58	

Fuente: Energía solar en arquitectura y edificación.

TABLA 2

Grados días mensuales - sin piso, Provincia de Osorno

enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	total
72	83	119	193	266	313	336	314	252	197	126	82	2353

Fuente: Energía solar en arquitectura y edificación.

TABLA 3

Grados días mensuales - piso, Provincia de Osorno

enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	total
257,3	232,4	257,3	249	257,3	249	257,3	257,3	249	257,3	249	257,3	3029,5

Fuente: Energía solar en arquitectura y edificación.

ANEXO B

TABLAS ARTÍCULO 4.1.10

ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

TABLA 1

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U W/m²K	Rt m²K/W	U W/m²K	Rt m²K/W	U W/m²K	Rt m²K/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

Fuente : MINVU, 2006

TABLA 2

ZONA	TECHUMBRE	MUROS	PISOS VENTILADOS
	R100 (*)	R100 (*)	R100 (*)
1	94	23	23
2	141	23	98
3	188	40	126
4	235	46	150
5	282	50	183
6	329	78	239
7	379	154	295

Fuente : MINVU, 2006

TABLA 3

ZONA	% MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA RESPECTO A PARAMENTOS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE		
	VIDRIO MONOLÍTICO (b)	DVH DOBLE VIDRIADO HERMETICO (c)	
		3,6 W/M²k > U > 2,4m²K (a)	U < 2,4m²K
1	50%	60%	80%
2	40%	60%	80%
3	25%	60%	80%
4	21%	60%	75%
5	18%	51%	70%
6	14%	37%	55%
7	12%	28%	37%

Fuente : MINVU, 2006

(a) La doble ventana que forme una cámara de aire, se asimila al DVH, con valor U entre 3,6 y 2,4 W/m2K

(b) Vidrio monolítico:

De acuerdo a la NCh 132, se entenderá por aquel producto inorgánico de fusión, que ha sido enfriado hasta un estado rígido sin cristalización, formado por una sola lámina de vidrio.

(c) Doble vidriado hermético (DVH):

De acuerdo a la NCh 2024, se entenderá por doble vidriado hermético el conjunto formado por dos o más vidrios paralelos, unidos entre sí, por un espaciador perimetral, que encierran en su interior una cámara con aire deshidratado o gas inerte.

TABLA 4

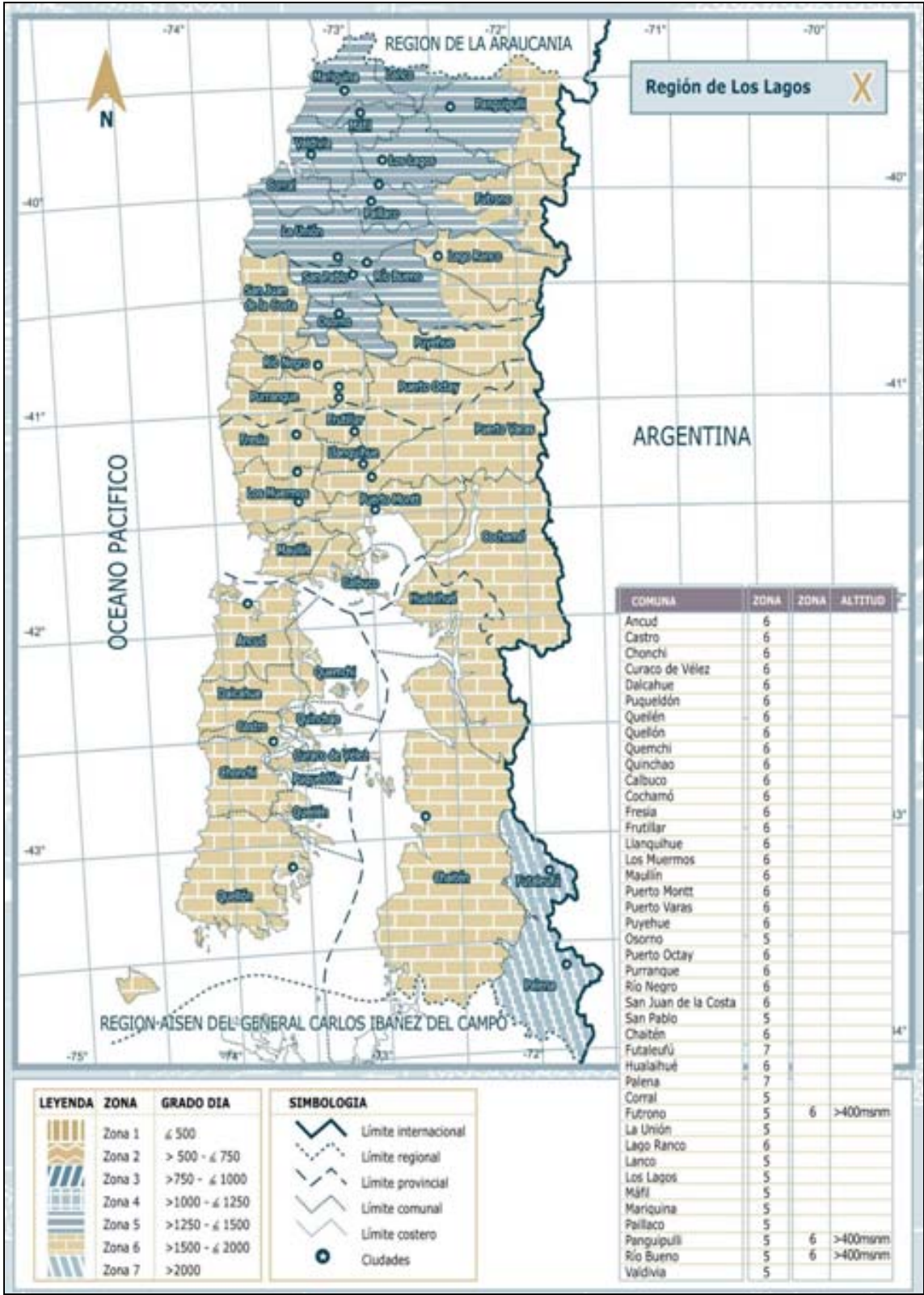
ZONA	U Ponderado W/m2K
3	2,88
4	2,56
5	2,36
6	1,76
7	1,22

Fuente : MINVU, 2006

ANEXO C

MAPA ZONA TÉRMICA

REGIÓN DE LOS LAGOS



Fuente: MINVU, 2006

ANEXO D

TABLAS ARTÍCULO 6 y 7 D.S. N°255, (V. y U.), 2006.

TABLA 1

Tramo	Título I	Título II	Título III					
	Proyecto de Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno	Proyecto de Mejoramiento de la Vivienda	Proyecto de Ampliación de la Vivienda (Casa)			Proyecto de Ampliación de la Vivienda en Altura (Departamento)		
			Viviendas de hasta 8 m2	Viviendas de mas de 8 m2 y hasta 28 m2	Viviendas de mas de 28 m2	Viviendas de menos de 25 m2	Viviendas de entre 25 m2 hasta 45 m2	Viviendas de mas de 45 m2
1	12	50	225	279-(m2 vivienda x 6,75)	90	295	545-(m2 construidos x 10)	95
2	13	55	235	289-(m2 vivienda x 6,75)	100	310	560-(m2 construidos x 10)	110
3	14	60	255	309-(m2 vivienda x 6,75)	120	330	580-(m2 construidos x 10)	130
4	16	65	270	324-(m2 vivienda x 6,75)	135	350	600-(m2 construidos x 10)	150

Fuente: D.S. N°255, (V. y U.), 2006.

TABLA 2

Región	Comuna de Emplazamiento	Tramo
Arica y Parinacota	Arica	1
	Camarones	2
	General Lagos	4
	Putre	3
Tarapacá	Alto Hospicio	1
	Camiña	3
	Colchane	4
	Huara	3
	Iquique	1
	Pica	3
	Pozo Almonte	2
Antofagasta	Antofagasta	2
	Calama	2
	María Elena	2
	Mejillones	2
	Ollagüe	4
	San Pedro de Atacama	3
	Sierra Gorda	2
	Taltal	2
	Tocopilla	2
Atacama	Alto del Carmen	2
	Caldera	2
	Chañaral	2
	Copiapó	1
	Diego de Almagro	2
	Freirina	2
	Huasco	2
	Tierra Amarilla	2
	Vallenar	1
Coquimbo	Andacollo	2
	Canela	2
	Combarbalá	2
	Coquimbo	1
	Illapel	1
	La Higuera	2
	La Serena	1
	Los Vilos	1
	Monte Patria	2
	Ovalle	1
	Paiguano	2
	Punitaqui	2

	Río Hurtado	2
	Salamanca	1
	Vicuña	1
Valparaíso	Algarrobo	1
	Cabildo	2
	Calera	1
	Calle Larga	1
	Cartagena	1
	Casablanca	2
	Catemu	1
	Concón 2	2
	El Quisco 1	1
	El Tabo 1	1
	Hijuelas 1	1
	Isla de Pascua	4
	Juan Fernández	4
	La Cruz	1
	La Ligua	1
	Limache	2
	Llaillay	1
	Los Andes	1
	Nogales	1
	Olmué	2
	Panquehue	1
	Papudo	1
	Petorca	2
	Puchuncaví	2
	Putendo	2
	Quillota	2
	Quilpué	2
	Quintero	1
	Rinconada	1
	San Antonio	1
	San Esteban	1
	San Felipe	1
	Santa María	1
	Santo Domingo	1
	Valparaíso	2
	Villa Alemana	2
	Viña del Mar	2
	Zapallar	1
Libertador Gral. B. O'Higgins	Chépica	1
	Chimbarongo	1
	Codegua	1
	Coínco	1
	Coltauco	1

	Doñihue	1
	Graneros	1
	La Estrella	2
	Las Cabras	1
	Litueche	2
	Lolol	1
	Machalí	1
	Malloa	1
	Marchihue	2
	Mostazal	1
	Nancagua	1
	Navidad	2
	Olivar	1
	Palmilla	1
	Paredones	2
	Peralillo	1
	Peumo	1
	Pichidegua	1
	Pichilemu	2
	Placilla	1
	Pumanque	2
	Quinta de Tilcoco	1
	Rancagua	1
	Rengo	1
	Requínoa	1
	San Fernando	1
	San Vicente	1
	Santa Cruz	1
Maule	Cauquenes	1
	Chanco	2
	Colbún	2
	Constitución	2
	Curepto	2
	Curicó	1
	Empedrado	2
	Hualañé	2
	Licantén	2
	Linares	1
	Longaví	1
	Maule	1
	Molina	1
	Parral	1
	Pelarco	1
	Pelluhue	2
	Pencahue	1
	Rauco	1

	Retiro	1
	Río Claro	1
	Romeral	1
	Sagrada Familia	1
	San Clemente	1
	San Javier	1
	San Rafael	1
	Talca	1
	Teno	1
	Vichuquén	2
	Villa Alegre	1
	Yerbas Buenas	1
Bío Bío	Alto Bío Bío	3
	Antuco	2
	Arauco	3
	Bulnes	1
	Cabrero	1
	Cañete	3
	Chiguayante	2
	Chillán	1
	Chillán Viejo	1
	Cobquecura	2
	Coilemu	2
	Coihueco	2
	Concepción	2
	Contulmo	3
	Coronel	2
	Curanilahue	3
	El Carmen	1
	Florida	1
	Hualqui	2
	Hualpén	2
	Laja	1
	Lebu	3
	Los Álamos	3
	Los Ángeles	1
	Lota	3
	Mulchén	1
	Nacimiento	1
	Negrete	1
	Ninhue	2
	Ñiquén	1
	Pemuco	1
	Penco	2
	Pinto	2
	Portezuelo	2

	Quilaco	2
	Quilleco	2
	Quillón	1
	Quirihue	2
	Ránquil	1
	San Carlos	1
	San Fabián	2
	San Ignacio	1
	San Nicolás	1
	San Pedro de la Paz	2
	San Rosendo	1
	Santa Bárbara	2
	Santa Juana	2
	Talcahuano	2
	Tirúa	3
	Tomé	2
	Treguaco	2
	Tucapel	1
	Yumbel	1
	Yungay	1
Araucanía	Angol	1
	Carahue	2
	Collipulli	1
	Cunco	1
	Curacautín	2
	Curarrehue	2
	Cholchol	1
	Ercilla	1
	Freire	1
	Galvarino	1
	Gorbea	1
	Lautaro	1
	Loncoche	1
	Lonquimay	2
	Los Sauces	1
	Lumaco	2
	Melipeuco	2
	Nueva Imperial	1
	Padre Las Casas	1
	Perquenco	1
	Pitrufquén	1
	Pucón	1
	Purén	2
	Renaico	1
	Saavedra	2
	Temuco	1

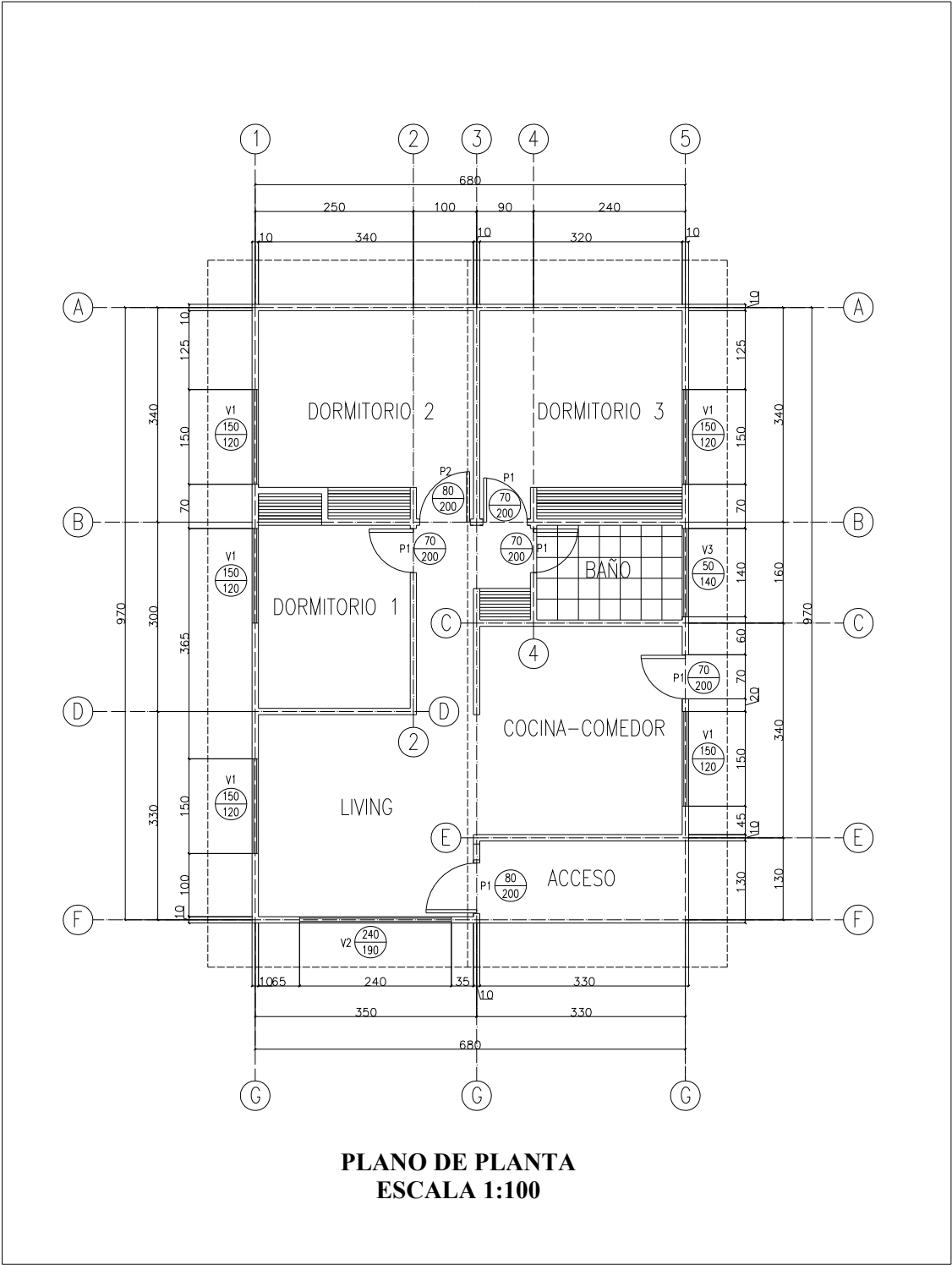
	Teodoro Schmidt	2
	Toltén	2
	Traiguén	1
	Victoria	1
	Vilcún	1
	Villarrica	1
De Los Ríos	Corral	2
	Futrono	2
	La Unión	1
	Lago Ranco	2
	Lanco	1
	Los Lagos	1
	Máfil	1
	Mariquina	2
	Paillaco	1
	Panguipulli	2
	Río Bueno	1
	Valdivia	1
De Los Lagos	Ancud	3
	Calbuco	1
	Castro	3
	Chaitén	4
	Chonchi	3
	Cochamó	4
	Curaco de Vélez	3
	Dalcahue	3
	Fresia	1
	Frutillar	1
	Futaleufú	4
	Hualaihué	4
	Llanquihue	1
	Los Muermos	1
	Maullín	1
	Osorno	1
	Palena	4
	Puerto Montt	1
	Puerto Octay	1
	Puerto Varas	1
	Puqueldón	3
	Purranque	1
	Puyehue	1
	Queilén	3
	Quellón	3
	Quemchi	3
	Quinchao	3
	Río Negro	1

	San Juan de la Costa	2
	San Pablo	1
Aysén, Gral. C. Ibáñez del Campo	Aysén	4
	Chile Chico	4
	Cisnes	4
	Cochrane	4
	Coyhaique	4
	Guaitecas	4
	Lago Verde	4
	O'Higgins	4
	Río Ibáñez	4
	Tortel	4
Magallanes y de la Antártica Chilena	Cabo de Hornos	4
	Laguna Blanca	4
	Natales	4
	Porvenir	4
	Primavera	4
	Punta Arenas	4
	Río Verde	4
	San Gregorio	4
	Timaukel	4
	Torres del Paine	4
Metropolitana	Alhué	2
	Buin	2
	Calera de Tango	2
	Cerrillos	2
	Cerro Navia	2
	Colina	2
	Conchalí	2
	Curacaví	2
	El Bosque	2
	El Monte	2
	Estación Central	2
	Huechuraba	2
	Independencia	2
	Isla de Maipo	2
	La Cisterna	2
	La Florida	2
	La Granja	2
	La Pintana	2
	La Reina	2
	Lampa	2
	Las Condes	2
	Lo Barnechea	2
	Lo Espejo	2
	Lo Prado	2

	Macul	2
	Maipú	2
	María Pinto	2
	Melipilla	2
	Ñuñoa	2
	Padre Hurtado	2
	Paine	2
	Pedro Aguirre Cerda	2
	Peñaflor	2
	Peñalolén	2
	Pirque	2
	Providencia	2
	Pudahuel	2
	Puente Alto	2
	Quilicura	2
	Quinta Normal	2
	Recoleta	2
	Renca	2
	San Bernardo	2
	San Joaquín	2
	San José de Maipo	2
	San Miguel	2
	San Pedro	2
	San Ramón	2
	Santiago	2
	Talagante	2
	Tiltil	2
	Vitacura	2

Fuente: D.S. N°255, (V.y U.), 2006.

ANEXO E

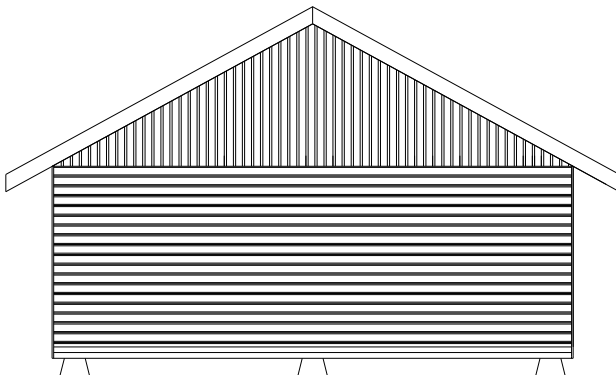


**PLANO DE PLANTA
ESCALA 1:100**

Fuente: Elaboración propia

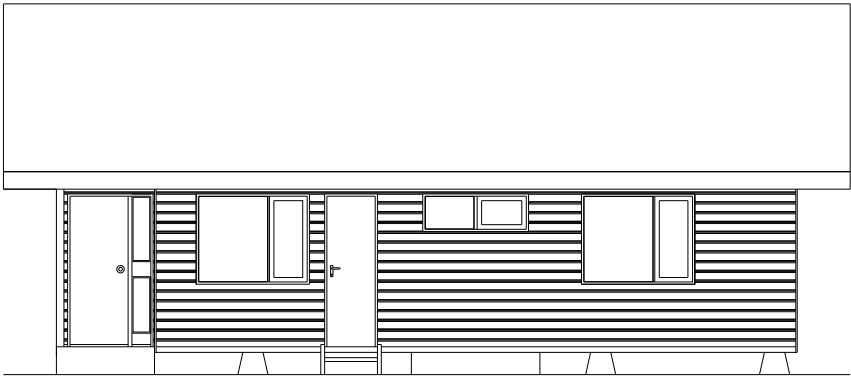


ELEVACIÓN FRONTAL
ESCALA 1:100

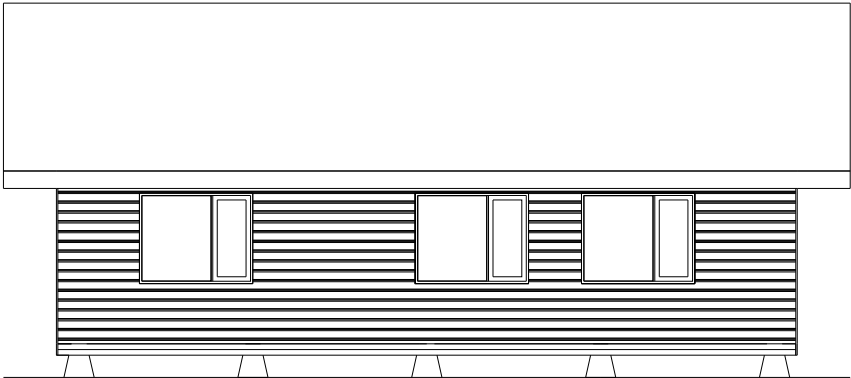


ELEVACIÓN POSTERIOR
ESCALA 1:100

Fuente: Elaboración propia



ELEVACIÓN LATERAL 1
ESCALA 1:100



ELEVACIÓN LATERAL 2
ESCALA 1:100

Fuente: Elaboración propia

ANEXO F



**Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de ingeniería en Construcción**

Encuesta sobre utilización de leña en Población San Maximiliano Kolbe Osorno.

1.-Dirección de la vivienda

En la pregunta numero 2 marque con una X la alternativa que corresponda.

2.-En la vivienda se utiliza leña

SI_____

NO_____

2.1.-De ser positiva la respuesta N° 2, responda los puntos siguientes:

- Cuál es el uso que hace de la leña

CALEFACCIÓN_____

COCINA_____

AMBAS_____

- Qué equipo de calefacción utiliza en la vivienda

Cocina a leña_____

Salamandra_____

Combustión lenta_____

2.2.-De ser negativa la respuesta del punto 2, cual sistema utiliza para calefaccionar la vivienda

3.- Cantidad de horas diarias que se utiliza leña

4.- Cantidad de m³ de leña que utiliza en la vivienda cada año

ANEXO G

Orientación Norte

TABLA N° 1 Ganancias de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Norte

	Solares (KW*h)	Personas (KW*h)	Equipos (KW*h)	Total (KW*h)
MES				
ENERO	1134,68	144,00	75,48	1354,16
FEBRERO	1067,71	144,00	75,48	1287,19
MARZO	890,89	144,00	75,48	1110,37
ABRIL	632,98	144,00	75,48	852,45
MAYO	339,54	144,00	75,48	559,02
JUNIO	283,59	144,00	75,48	503,07
JULIO	312,75	144,00	75,48	532,23
AGOSTO	458,18	144,00	75,48	677,66
SEPTIEMBRE	625,71	144,00	75,48	845,19
OCTUBRE	900,92	144,00	75,48	1120,40
NOVIEMBRE	998,90	144,00	75,48	1218,38
DICIEMBRE	1157,46	144,00	75,48	1376,94

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 2 Perdidas de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Norte

	Transmisión (KW*h/mes)	Infiltración (KW*h/mes)	Ventilación (KW*h/mes)	Total (KW*h/mes)
MES				
ENERO	800,11	129,42	111,97	1041,51
FEBRERO	917,76	149,20	129,08	1196,04
MARZO	1310,41	213,91	185,07	1709,39
ABRIL	2113,28	346,92	300,15	2760,36
MAYO	2906,47	478,15	413,68	3798,30
JUNIO	3416,18	562,63	486,78	4465,59
JULIO	3666,50	603,97	522,55	4793,02
AGOSTO	3427,63	564,43	488,33	4480,39
SEPTIEMBRE	2753,87	452,98	391,91	3598,76
OCTUBRE	2157,30	354,11	306,37	2817,79
NOVIEMBRE	1385,82	226,49	195,96	1808,27
DICIEMBRE	908,68	147,40	127,53	1183,61

Fuente: Elaboración Propia

Orientación Sur.

TABLA N° 3 Ganancias de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Sur

MES	Solares (KW*h)	Personas (KW*h)	Equipos (KW*h)	Total (KW*h)
ENERO	1125,56	144,00	75,48	1345,04
FEBRERO	994,02	144,00	75,48	1213,50
MARZO	769,05	144,00	75,48	988,52
ABRIL	504,93	144,00	75,48	724,41
MAYO	270,96	144,00	75,48	490,44
JUNIO	219,02	144,00	75,48	438,50
JULIO	245,99	144,00	75,48	465,47
AGOSTO	371,36	144,00	75,48	590,83
SEPTIEMBRE	533,41	144,00	75,48	752,89
OCTUBRE	831,61	144,00	75,48	1051,09
NOVIEMBRE	978,11	144,00	75,48	1197,58
DICIEMBRE	1165,12	144,00	75,48	1384,60

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 4 Perdidas de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Sur

MES	Transmisión (KW*h/mes)	Infiltración (KW*h/mes)	Ventilación (KW*h/mes)	Total (KW*h/mes)
ENERO	800,11	129,42	111,97	1041,51
FEBRERO	917,76	149,20	129,08	1196,04
MARZO	1310,41	213,91	185,07	1709,39
ABRIL	2113,28	346,92	300,15	2760,36
MAYO	2906,47	478,15	413,68	3798,30
JUNIO	3416,18	562,63	486,78	4465,59
JULIO	3666,50	603,97	522,55	4793,02
AGOSTO	3427,63	564,43	488,33	4480,39
SEPTIEMBRE	2753,87	452,98	391,91	3598,76
OCTUBRE	2157,30	354,11	306,37	2817,79
NOVIEMBRE	1385,82	226,49	195,96	1808,27
DICIEMBRE	908,68	147,40	127,53	1183,61

Fuente: Elaboración Propia

Orientación Este.

TABLA N° 5 Ganancias de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Este

MES	Solares (KW*h)	Personas (KW*h)	Equipos (KW*h)	Total (KW*h)
ENERO	964,61	144,00	75,48	1184,09
FEBRERO	840,58	144,00	75,48	1060,05
MARZO	725,40	144,00	75,48	944,87
ABRIL	529,62	144,00	75,48	749,10
MAYO	291,26	144,00	75,48	510,74
JUNIO	240,97	144,00	75,48	460,45
JULIO	267,08	144,00	75,48	486,56
AGOSTO	391,91	144,00	75,48	611,39
SEPTIEMBRE	536,72	144,00	75,48	756,19
OCTUBRE	726,80	144,00	75,48	946,27
NOVIEMBRE	845,68	144,00	75,48	1065,16
DICIEMBRE	1001,85	144,00	75,48	1221,32

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 6 Perdidas de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Este

MES	Transmisión (KW*h/mes)	Infiltración (KW*h/mes)	Ventilación (KW*h/mes)	Total (KW*h/mes)
ENERO	800,11	129,42	111,97	1041,51
FEBRERO	917,76	149,20	129,08	1196,04
MARZO	1310,41	213,91	185,07	1709,39
ABRIL	2113,28	346,92	300,15	2760,36
MAYO	2906,47	478,15	413,68	3798,30
JUNIO	3416,18	562,63	486,78	4465,59
JULIO	3666,50	603,97	522,55	4793,02
AGOSTO	3427,63	564,43	488,33	4480,39
SEPTIEMBRE	2753,87	452,98	391,91	3598,76
OCTUBRE	2157,30	354,11	306,37	2817,79
NOVIEMBRE	1385,82	226,49	195,96	1808,27
DICIEMBRE	908,68	147,40	127,53	1183,61

Fuente: Elaboración Propia

Orientación Oeste.

TABLA N° 7 Ganancias de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Oeste

	Solares (KW*h)	Personas (KW*h)	Equipos (KW*h)	Total (KW*h)
MES				
ENERO	965,81	144,00	75,48	1185,29
FEBRERO	850,27	144,00	75,48	1069,75
MARZO	741,43	144,00	75,48	960,91
ABRIL	546,47	144,00	75,48	765,95
MAYO	300,29	144,00	75,48	519,77
JUNIO	249,47	144,00	75,48	468,94
JULIO	275,87	144,00	75,48	495,34
AGOSTO	403,33	144,00	75,48	622,81
SEPTIEMBRE	548,86	144,00	75,48	768,34
OCTUBRE	735,92	144,00	75,48	955,39
NOVIEMBRE	848,42	144,00	75,48	1067,90
DICIEMBRE	1000,84	144,00	75,48	1220,32

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 8 Perdidas de energía en la vivienda
Elevación Frontal Orientación Oeste

	Transmisión (KW*h/mes)	Infiltración (KW*h/mes)	Ventilación (KW*h/mes)	Total (KW*h/mes)
MES				
ENERO	800,11	129,42	111,97	1041,51
FEBRERO	917,76	149,20	129,08	1196,04
MARZO	1310,41	213,91	185,07	1709,39
ABRIL	2113,28	346,92	300,15	2760,36
MAYO	2906,47	478,15	413,68	3798,30
JUNIO	3416,18	562,63	486,78	4465,59
JULIO	3666,50	603,97	522,55	4793,02
AGOSTO	3427,63	564,43	488,33	4480,39
SEPTIEMBRE	2753,87	452,98	391,91	3598,76
OCTUBRE	2157,30	354,11	306,37	2817,79
NOVIEMBRE	1385,82	226,49	195,96	1808,27
DICIEMBRE	908,68	147,40	127,53	1183,61

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO H

Certificado de Avaliação Fiscal



Fecha de Emisión: 02 de Noviembre de 2010

CERTIFICADO DE AVALUO FISCAL
(NO ACREDITA DOMINIO DE LA PROPIEDAD)

Avalúos en pesos del SEGUNDO SEMESTRE DE 2010

Comuna

Número de Rol

Dirección o Nombre de la Propiedad

Destino de la Propiedad

Nombre del Propietario

Rol Unico Tributario

: OSORNO

:

: FRAY JUAN DE IBARGUEN 423 SAN MAXIMILIANO

: KOLB

: HABITACION

:

:

AVALUO TOTAL
AVALUO EXENTO DE IMPUESTO
AVALUO AFECTO A IMPUESTO
AÑO TERMINO DE EXENCION

: \$

: \$

: \$

:

13.858.024

13.858.024

0

2008

El avalúo que se certifica ha sido determinado según el procedimiento de tasación fiscal para el cálculo del impuesto territorial, de acuerdo a la legislación vigente, y por tanto no corresponde a una tasación comercial de la propiedad.

Nota para el destinatario: Si desea verificar los antecedentes de este Certificado dirijase a www.sii.cl

Por Orden del Director



Ernesto Terán Moreno
Subdirector de Avaluaciones
Servicio de Impuestos Internos

FIRMA DE LA PERSONA QUE PRESENTA ESTE CERTIFICADO

NOMBRE
RUT
FECHA

:

:

: 02 de Noviembre de 2010

Fuente: Junta de vecinos Población San Maximiliano Kolbe