



“PROPUESTAS PARA UN PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGETICA EN VIVIENDAS EXISTENTES EN CHILE”

El Caso de los Sectores de Ingresos Medios y Altos.



AUTORES: Paola Méndez • Carlos Echevarría • Cristian Yañez • Paula Colonelli
Adelqui Fissore • Ricardo Pimentel • Arturo Leiva • Paola Yañez

“PROPUESTAS PARA UN PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGETICA EN VIVIENDAS EXISTENTES EN CHILE”

El Caso de los Sectores de Ingresos Medios y Altos.

AUTORES

Paola Méndez
Carlos Echevarría
Cristian Yañez
Paula Colonelli
Adelqui Fissore
Ricardo Pimentel
Arturo Leiva
Paola Yañez





**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Propuestas para un programa de eficiencia energética en viviendas existentes en Chile / Paola Méndez, Carlos Echevarría, Cristian Yañez, Paula Colonelli, Adelqui Fissore, Ricardo Pimentel, Arturo Leiva, Paola Yañez.

p. cm. — (Monografía del BID ; 342)

1. Energy consumption—Chile. 2. Housing—Energy consumption—Chile. I. Méndez, Paola. II. Echevarría, Carlos. III. Yañez, Cristian. IV. Colonelli, Paula. V. Fissore, Adelqui. VI. Pimentel, Ricardo. VII. Leiva, Arturo. VIII. Yañez, Paola. IX. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Energía. X. Serie. IDB-MG-342

Clasificación JEL: Q4; Q49;O1

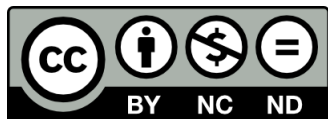
Palabras claves: Consumo de Energía; Eficiencia Energética; Viviendas; Reacondicionamiento Térmico

Copyright © 2015 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Inter-American Development Bank
1300 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20577
<http://www.iadb.org>

Este reporte ha sido preparado en el marco de la Cooperación Técnica “Apoyo a la Eficiencia Energética (EE) en el Sector Residencial y Municipal” (CH-T1128) ejecutado por la División de Energía (INE/ENE) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El equipo BID agradece la colaboración de los profesionales de la División de Eficiencia Energética (EE) del Ministerio de Energía (MINENERGIA), en especial de Carla Bardi y Mariana Pavón.



RESUMEN

Este estudio analiza y discute mecanismos financieros y operativos para fomentar la eficiencia energética en las viviendas de los sectores de ingresos medios y medios altos en Chile. Este segmento que concentra el 20% de las viviendas construidas en Chile, tiene además un consumo de energía relevante. Implementar programas que mejoren la calidad térmica de la vivienda existente es ventajoso social/medioambiental y económicamente. Su implementación requiere, sin embargo, de la consideración de un sinnúmero de variables técnicas, sociales y operativas. Este documento presenta casos internacionales y locales de relevancia que sumado a análisis técnico-económicos específicos permiten bosquejar un programa masivo de reacondicionamiento térmico en Chile.

INDICE DE CONTENIDOS

ABREVIACIONES	7
INTRODUCCION	8
1 EXPERIENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES DESTACADAS.	11
1.1 México: Hipoteca Verde – INFONAVIT	12
1.2 Estados Unidos	15
1.3 Alemania: Rehabilitación eficiente energéticamente	17
1.4 Experiencias nacionales	19
1.4.1 Beneficio tributario solar térmico	19
1.4.2 Programa de reacondicionamiento térmico de viviendas existentes (PRT)	21
1.4.3 Programa piloto de recambio de calefactores-PRC	22
1.5 Consideraciones preliminares de los análisis nacionales e internacionales.	23
2 ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ECONO-ENERGÉTICAS DE LAS FAMILIAS DEL SECTOR MEDIO Y MEDIO ALTO EN CHILE?	25
2.1 ¿Cuál es el nivel de ingreso de las familias del grupo meta?	26
2.2 ¿Cómo se distribuyen climáticamente las viviendas del grupo meta en Chile?	28
2.3 Descripción de la vivienda del grupo meta	31
2.4 ¿Cuánto gastan y qué combustibles utilizan estas familias?	32
2.5 Propiedad de la vivienda	34
3 ¿QUÉ BARRERAS E INCENTIVOS SE NECESITAN PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS DE EE A NIVEL DE HOGAR EN SECTORES SOCIOECONÓMICOS MEDIOS Y ALTOS DE CHILE?	35
3.1 Características descriptivas de la vivienda.	36
3.2 Percepción de temperatura y uso de energía	38
3.3 Disposición a pagar, barreras e incentivos	40
4 ¿CUÁLES SON LAS MEDIDAS DE EE QUE EN ESTOS SECTORES DEBERÍAN PROMOVERSE?	47
4.1 Resultados de la evaluación económica financiera de paquetes de medidas	49
4.2 Consideraciones técnicas para la implementación de paquetes de medidas	52
5 DISEÑO DEL PROGRAMA PARA EL REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO.	55
5.1 Mecanismo financiero	56
5.2 Sistema operativo robusto y fiable	59
5.3 Información y difusión:	62
5.4 Creación de competencias y registro	63
i. Creación de registros	63
ii. Creación de competencias	63
5.5 Operación y funcionamiento del programa	65
6 CONCLUSIONES	67
7 BIBLIOGRAFIA	70
8 ANEXO I	71



INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Ingreso mensual y monto adicional Hipoteca Verde	12
Tabla 2:	Viviendas foco del estudio desagregadas por región	27
Tabla 3:	Viviendas foco del estudio desagregadas por ZT	28
Tabla 4:	Viviendas foco del estudio desagregadas por región	30
Tabla 5:	Proporción de uso de calefacción por zona térmica de los quintiles IV y V	30
Tabla 6:	Distribución de viviendas de acuerdo a tipología de los quintiles IV y V (número de viviendas)	31
Tabla 7:	Distribución de viviendas según tamaño en m ² de los quintiles IV y V	31
Tabla 8:	Proporción de materialidad de las viviendas de los quintiles IV y V	31
Tabla 9:	Costo anual estimado de calefacción en los hogares para los quintiles IV y V	32
Tabla 10:	Consumo energético de calefacción por vivienda por zona térmica para los quintiles IV y V	33
Tabla 11:	Distribución de la muestra por comuna	36
Tabla 12:	Percepción de la temperatura interior de su vivienda sin utilizar calefacción	38
Tabla 13:	Percepción de la temperatura interior de la vivienda en verano	39
Tabla 14:	Razones para no invertir en acondicionamiento térmico	41
Tabla 15:	Importancia de un sello gubernamental sobre consumo energético de vivienda	44
Tabla 16:	Medidas viables a evaluar para programa de reacondicionamiento de viviendas	48
Tabla 17:	Valores de la TIR (%) para las medidas de envolvente en la evaluación social	50
Tabla 18:	Valores de la TIR (%) para las medidas de envolvente en la evaluación financiera	51
Tabla 19:	Resumen de la evaluación social y financiera	52
Tabla 20:	Requerimiento de instaladores en distintos escenarios	65
Tabla 21:	Vida útil de artefactos calefactores a considerar para las evaluaciones financieras y económicas	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Actores del proceso. Instituciones financieras que otorgan créditos hipotecarios	15
Figura 2:	Mapa de la zonificación térmica chilena	29
Figura 3:	Desagregación según tipo de propiedad	34
Figura 4:	Dimensión aproximada de la vivienda en m ²	37
Figura 5:	Año de construcción de la vivienda	37
Figura 6:	Distribución del uso de calefacción por hora en día de semana y domingo	38
Figura 7:	Distribución del uso de refrigeración por hora en día de semana y domingo	40
Figura 8:	Disposición a invertir en acondicionamiento térmico	41
Figura 9:	Plazo del crédito para acondicionamiento térmico	42
Figura 10:	Principales razones para realizar acondicionamiento térmico	43
Figura 11:	Principales barreras para realizar acondicionamiento térmico	44
Figura 12:	Tiempo máximo para realizar los trabajos de acondicionamiento térmico	45
Figura 13:	Valoración de incentivos para realizar acondicionamiento térmico	45
Figura 14:	Etiquetas calificación energética	60
Figura 15:	Informe de pre-evaluación de EE	61

ABREVIACIONES

CAE	Carga Anual Equivalente
CASEN	Caracterización Socioeconómica Nacional
CEV	Calificación Energética de Viviendas
CFL	<i>Compact Fluorescent Lamp</i>
CLP	Pesos Chilenos
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
CT	Cooperación Técnica
DOE	<i>US Department of Energy</i>
DVH	Doble Vidriado Hermético
EE	Eficiencia Energética
EEM	<i>National Program for Energy Efficient Mortgages</i>
EGIS	Entidad de Gestión Inmobiliaria Social
EIFS	<i>Exterior Insulation and Finish System</i>
FHA	<i>Federal Housing Administration</i>
FOGAPE	Fondo de Garantía para el Pequeño Empresario
GdCh	Gobierno de Chile
GN	Gas Natural
HERS	<i>Home Energy Rating System</i>
HUD	<i>Department of Housing and Urban Development</i>
IF	Institución Financiera
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
KfW	<i>Kreditanstalt für Wiederaufbau</i>
kWh	kilowatt-hora
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MHE	Mutuo Hipotecario Endosable
MINENERGIA	Ministerio de Energía
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
MP	Material Particulado
NESI	Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos
OGUC	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
PA	Punta Arenas
pb	Punto Base
PRC	Piloto de Recambio de Calefactores
PRT	Programa de Reacondicionamiento Térmico
PSAT	Prestadores de Servicios de Asistencia Técnica
PyME	Pequeña y Mediana Empresa
RM	Región Metropolitana
SBIF	Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras de Chile
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial
SERVIU	Servicio de Vivienda y Urbanización
SST	Sistemas Solares Térmicos
TIR	Tasa Interna de Retorno
UF	Unidad de Fomento
WAP	<i>Weatherization Assistance Program</i>
ZT	Zona Térmica

INTRODUCCION

El Gobierno de Chile (GdCh) ha venido promoviendo el uso eficiente de la energía como un recurso energético de su matriz y ha introducido como meta el conseguir un ahorro del 20% de energía al año 2025.

De acuerdo a la información del Ministerio de Energía (MINENERGIA), el sector comercial, público y residencial (CPR) representa un 25% del consumo total de energía del país. Dentro de este sector, se estima que los programas vinculados a la certificación energética de edificios y artefactos, y al reacondicionamiento térmico masivo del parque habitacional existente¹ serían los programas/medidas que contribuirían en mayor medida a la reducción de la demanda energética.

Por otra parte, estimaciones indican que el 56% de la energía consumida en el sector residencial es utilizado para calefacción de las viviendas. Estos niveles de consumo actuales, sumado a las hipótesis de crecimiento futuro de este uso final, hacen relevante la búsqueda de herramientas de fomento para mejorar la eficiencia energética del sector residencial.

Todo esto explica los esfuerzos que el GdCh viene realizando en estos sectores y que se detallan – de manera no exhaustiva- a continuación:

- i. Introducción en el año 2000 de la Primera Reglamentación Térmica para todos los edificios nuevos, a fin de introducir un nivel mínimo de rendimiento térmico para los complejos de techumbre. Esta Reglamentación Térmica fue actualizada en el año 2007, incrementando las exigencias con los elementos de muros, pisos ventilados² y superficie máxima para ventanas.
- ii. Desde el año 2009 el GdCh ha implementado un programa de subsidios de reacondicionamiento térmico de viviendas de sectores socioeconómico vulnerables, con el fin de mejorar el desempeño energético de viviendas sociales existentes.
- iii. Adicionalmente y de manera transversal, el GdCh ha introducido etiquetado en múltiples artefactos de uso domiciliario tales como hornos, lavadores, refrigeradoras y ampolletas, entre otros.
- iv. En abril del 2012, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), junto a MINENERGIA, implementaron el sistema de Calificación Energética de Viviendas (CEV), el cual permite calificar energéticamente a las viviendas de acuerdo a su desempeño energético.

Por otra parte, estimaciones a partir de las cifras del Estudio “Balance de Vivienda en Chile”³ indican que el promedio de permisos de edificación otorgado entre los años 2000 y 2009 fue cercano a las 135.000 viviendas anuales. Esta cifra equivaldría a un 3% de las viviendas existentes actualmente, lo cual permite generar un paralelo claro sobre la relevancia de diseñar e implementar medidas que tengan por objetivo mejorar la vivienda existente.

Por solicitud del GdCh el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha gestionado una asistencia técnica no reembolsable denominada “Apoyo a la Eficiencia Energética (EE) en el Sector Residencial y Municipal – CH-T1128”, a través de la cual se busca apoyar la generación de conocimiento y promover el diálogo sobre la introducción de medidas de EE en el sector residencial. Dentro de las actividades de esta Cooperación Técnica se ha desarrollado el siguiente estudio.

1 “Estudio de usos Finales y curva de Oferta de la Conservación de la Energía en el sector Residencial”. MINENERGIA, 2010.

2 Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones se entiende por piso ventilado, al conjunto de elementos constructivos que conforman el piso pero que no están en contacto directo con el terreno.

3 Cámara Chilena de la Construcción (2014).

El enfoque en viviendas del sector medio y medio alto se justifica principalmente por dos razones:

- i. Este grupo tiene un consumo energético importante en términos absolutos⁴, por lo que una intervención/promoción de ahorros en este segmento puede entregar beneficios energéticos y económicos interesantes para el País.
- ii. Representa un segmento importante de las viviendas en Chile - cerca del 20% de las viviendas existentes.

En este marco, las actividades de análisis que se presentan en este estudio se orientan a responder las siguientes preguntas:

- i. ¿Qué lecciones aprendidas se tienen de experiencias internacionales o locales aplicables al segmento de mejoramiento de vivienda existente?
- ii. ¿Cuáles son las principales características económicas y energéticas de las familias del sector medio y medio alto en Chile y de sus viviendas?
- iii. ¿Cuáles son las principales barreras para la adopción de medidas de EE a nivel de hogar en sectores socioeconómicos medios y altos de Chile ?
- iv. ¿Cuáles son las medidas que en estos sectores deberían promoverse y a través de cuáles instrumentos?
- v. ¿Cuáles son las principales características que deben considerarse en la puesta en marcha de un programa de reacondicionamiento térmico? y ¿Quiénes son los principales actores que deben involucrarse en este tipo de iniciativas?

Para ello, el estudio realizó inicialmente un análisis de ejemplos en países que han implementado mecanismos financieros para fomentar el reacondicionamiento térmico, en particular Estados Unidos, México y Alemania. En esta misma sección se discuten algunos programas chilenos, directamente relacionados con el tema de análisis. En la sección 2, se define de manera más específica el grupo meta de este estudio a través de características económicas, energéticas y de la vivienda. En la sección 3, se presentan los resultados de una encuesta presencial realizada a fin de obtener información clave sobre el interés y las barreras a programas de reacondicionamiento percibidas por este grupo de la población y que permitirán justificar y definir un mecanismo de programa ad-hoc al público objetivo.

La sección 4 presenta y define las medidas de reacondicionamiento que deberían promoverse en el marco de un programa masivo, con base en estimaciones de indicadores económicos y financieros.

Por último la sección 5 define un esquema operativo y analiza las opciones de mecanismos financieros que podrían implementarse en un programa de reacondicionamiento térmico masivo en Chile.

4 De acuerdo a MINENERGIA (2010), el consumo final de energía promedio del Grupo ABC1 es 25% mayor al Grupo D.





1 Experiencias nacionales e internacionales destacadas.



1 EXPERIENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES DESTACADAS.

El análisis del panorama local e internacional permite proponer soluciones tomando en consideración experiencias exitosas y lecciones aprendidas tanto locales como internacionales. En este estudio se analizaron los casos de tres países: México, Estados Unidos y Alemania.

1.1 MÉXICO: HIPOTECA VERDE - INFONAVIT

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) crea el 2010 el programa Hipoteca Verde, el cual a partir del año 2011 se torna de carácter obligatorio, extendiéndose a todos los créditos para aquellas viviendas que se compren construyan, amplíen o remodelen con un crédito del INFONAVIT⁵.

La hipoteca verde es un monto adicional que se suma al Crédito Hipotecario y que está asignado siempre y cuando la vivienda tenga incorporadas tecnologías que promueven el ahorro de energía (electricidad y gas) o agua y las cuales se denominan “eco-tecnologías”.

El monto adicional a obtener dependerá del salario mensual del demandante del crédito:

TABLA 1: Ingreso mensual y monto adicional Hipoteca Verde⁶

INGRESO MENSUAL (US\$)	CRÉDITO ADICIONAL (US\$)	AHORRO MÍNIMO MENSUAL (US\$)
144 a 230	288	7
230 a 576	1.440	15
576 a 1.008	1.440	17
1.008 a 1.584	2.160	20
1.584 en adelante	2.880	27

Fuente: Infonavit⁷.

Existen tres modalidades para acceder a la HIPOTECA VERDE:

Escenario 1: Para las viviendas nuevas que tienen incorporadas las eco-tecnologías, el monto del crédito incluye el valor de la vivienda y el valor de las eco-tecnologías.

Escenario 2: En el caso de viviendas nuevas o usadas que no cuenten con las eco-tecnologías, el propietario podrá instalarlas adquiriéndolas con proveedores autorizados por el INFONAVIT. En este caso el monto del crédito adicional no es parte del crédito hipotecario y el propietario es responsable de hacer el pago directamente al proveedor. Para ello, el INFONAVIT entrega una Constancia de Crédito.

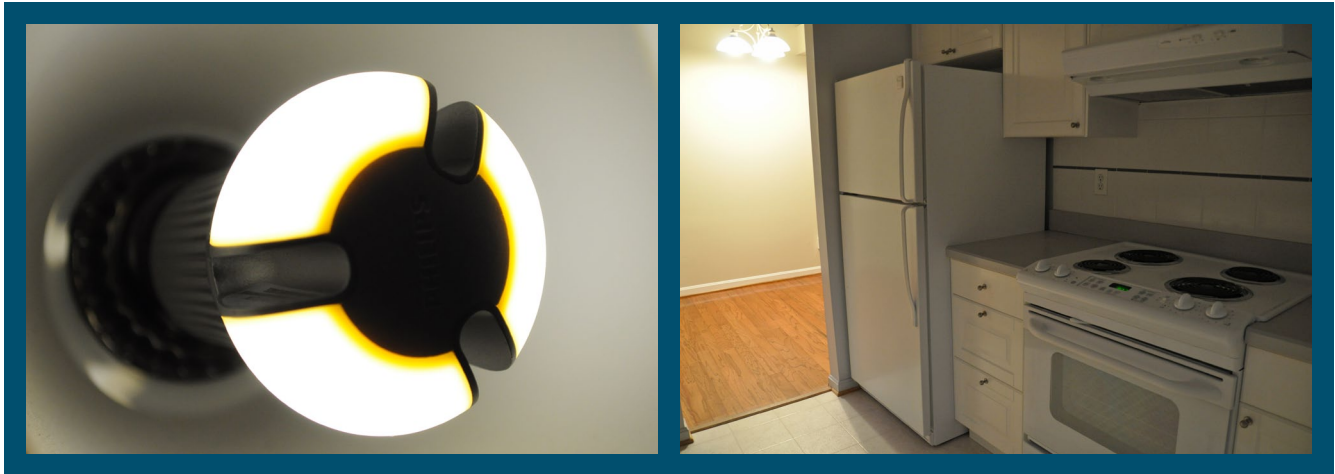
Escenario 3: Por último en caso de que los créditos sean para reparar, ampliar o mejorar la vivienda con garantía hipotecaria, el monto del crédito adicional forma parte del crédito hipotecario y el pago de las eco-tecnologías lo hace el demandante del crédito directamente al proveedor.

5 Líneas II: Comprar de vivienda nueva o usada; Línea III: construcción de vivienda individual y línea IV: ampliar, reparar o mejorar la vivienda con garantía hipotecaria.

6 Tasas de Cambio utilizadas: México: US\$ 1,00 a MXN 14,80. Fuente: Banco de México; tasa de cambio Chile: US\$ 1,00 a CLP 614,00. Fuente: Banco Central de Chile. Fecha 6 de Abril de 2015.

7 Sitio web INFONAVIT: URL:

http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/saber+para+decidir/cuido_mi_casa/ahorro+y+cuido+el+medio+ambiente



Para alcanzar el ahorro mínimo mensual, se deberán escoger entre las eco-tecnologías, las cuales consideran, entre otras:

ELECTRICIDAD: lámparas ahorradoras (LED *Light Emitting Diode* y CFL *Compact Fluorescent Lamp*), aire acondicionado, aislamiento térmico en techos y muros⁸, ventanas doble vidrio, revestimiento reflectivo en muros y techos, optimización del voltaje⁹.

GAS: calentadores de agua a gas y solares con o sin tubos de vacío.

AGUA: inodoros ecológicos, regaderas (duchas) ecológicas, llaves ahorradoras de agua para cocinas y baños, válvulas de control de flujo.

SALUD: filtros para purificar agua y conexión a red de agua purificada para suministro en la vivienda.

INFONAVIT ha puesto a disposición del público una lista de proveedores autorizados, que permiten facilitar la compra e instalación de las eco-tecnologías. Las eco-tecnologías están descritas en un manual que contiene información técnica y económica validada por diferentes organismos acreditados¹⁰.

En el caso de las viviendas nuevas, el Desarrollador es quien decide (basado en las condiciones del programa) las tecnologías a incorporar. Mientras que en los otros escenarios es el demandante quien seleccionará las tecnologías, cumpliendo con el ahorro mínimo establecido.

El mecanismo de verificación de las eco-tecnologías, variará dependiendo del escenario.

- En viviendas nuevas registradas en el Registro Único de Vivienda (RUV), el verificador comprueba el cumplimiento de introducción de la eco-tecnología, ya sea en obra y/o al verificar que las eco-tecnologías están en bodega (en conjunto con una Carta Responsiva de Colocación firmada por el Desarrollador). El verificador además debe constatar el cumplimiento de las normas mexicanas ad-hoc al producto.
- En viviendas nuevas o usadas que no estén registradas en el RUV será un valuador certificado quien avalúa la vivienda y verifica la existencia ex - ante de las eco-tecnologías en la vivienda. El certificado de avalúo permite a la persona solicitar el crédito para acceder a las eco- tecnologías que no estén instaladas en la vivienda.

⁸ Sólo aplica para vivienda nueva, registrada en RUV.

⁹ Técnicas que optimizan el voltaje y administra la tensión de energía suministrada por la CFE.

¹⁰ ANCE: Asociación Normalización y Certificación.
 ONNCCE: Organización Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción.
 NORMEX: Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación.
 CNCP: Centro de Normalización y Certificación de Productos.

- En viviendas a ser construida en terreno propio, el verificador constata a través del expediente técnico, mientras que en el caso de ampliación o remodelación, la documentación del proyecto y cumplimiento de colocación de eco-tecnologías se hace en “finiquito de obra”.

Una vez seleccionado el paquete tecnológico, INFONAVIT emite un informe denominado “Certificado de Estándares de Eficiencia”, el cual acompaña a la documentación para la obtención del crédito¹¹.

Para proteger al usuario de la vivienda respecto al ahorro comprometido con las eco-tecnologías, el INFONAVIT estipula que *“el usuario final recibe del desarrollador (vivienda nueva) y/o del proveedor de eco tecnologías (vivienda usada) una capacitación básica sobre el uso y mantenimiento de las eco-tecnologías instaladas en su vivienda, así como las garantías correspondientes (en calidad, funcionamiento e instalación de cada eco-tecnología) con fecha de vigencia, con la dirección y/o teléfonos de las ventanillas de atención y servicios para hacer efectivas las garantías”*¹². En el caso de la vivienda nueva registrada, el usuario deberá verificar que las eco-tecnologías hayan sido debidamente instaladas.

En el caso de vivienda nueva no registrada o usada, el proveedor deberá mostrar y asegurar la correcta instalación de las eco-tecnologías, garantías, manuales de operación y mantenimiento.

Las características del crédito INFONAVIT son:

- La tasa de interés es fija al 4% (en pesos mexicanos).
- El pago mensual será equivalente a *una cuota fija* en pesos, que no será mayor al 30% del salario mensual.
- Los gastos de titulación, financieros y de operación son del 3% o del 5%, en función del valor de la vivienda.
- En la mensualidad se incluirá el pago por el crédito adicional para la compra de eco-tecnologías.

Para elegir las eco-tecnologías el beneficiario solicita asesoría de INFONAVIT, y en conjunto arman el paquete tecnológico que les permita llegar a un mínimo de ahorro global y un ahorro mínimo obligatorio en el ítem de consumo de agua.

Estimaciones indican que el impacto cuantitativo de la implementación del mecanismo a nivel nacional alcanzó a 1.128.151 hipotecas, que representan un ahorro promedio US\$ 17/mes/vivienda y una reducción de CO2 promedio de 0,78 tn/hogar/año.

Consoderaciones caso Hipoteca Verde

- Al analizar el caso de Hipoteca Verde de México, en el marco de los objetivos del presente trabajo, es importante considerar que la experiencia tiene dos componentes: una componente centrado en la introducción de artefactos eficientes y la introducción de tecnologías de estructura (aislamiento techo, muros, etc.). Estos últimos, sólo aplican a viviendas nuevas, lo que restringe las medidas de reacondicionamiento térmico a nivel de envolvente, sólo al mejoramiento de ventanas.
- También es importante destacar que el programa sólo exige una meta de ahorro, pero no existe una priorización para la introducción de medidas de EE (mejoramiento de la envolvente vs. mejora en aparatos)
- Finalmente, es importante mencionar que el proceso de verificación para viviendas en uso (o usadas) se realiza ex-ante a través del valuador y no hay un proceso de verificación ex-post caso a caso. Sí existe una evaluación aleatoria por muestras para verificar el funcionamiento del programa y la implementación de tecnologías.

¹¹ La carta responsiva de colocación de ecotecnologías, formalización para el servicio de verificación de ecotecnologías en RUV; Convenio de verificación de ecotecnologías ingresadas en RUV por el desarrollador; Instructivo de formalización para el servicio de verificación de ecotecnologías en RUV.

¹² Ver Manual_Explicativo_de_Vivienda_Ecologica.pdf (online)

1.2 ESTADOS UNIDOS

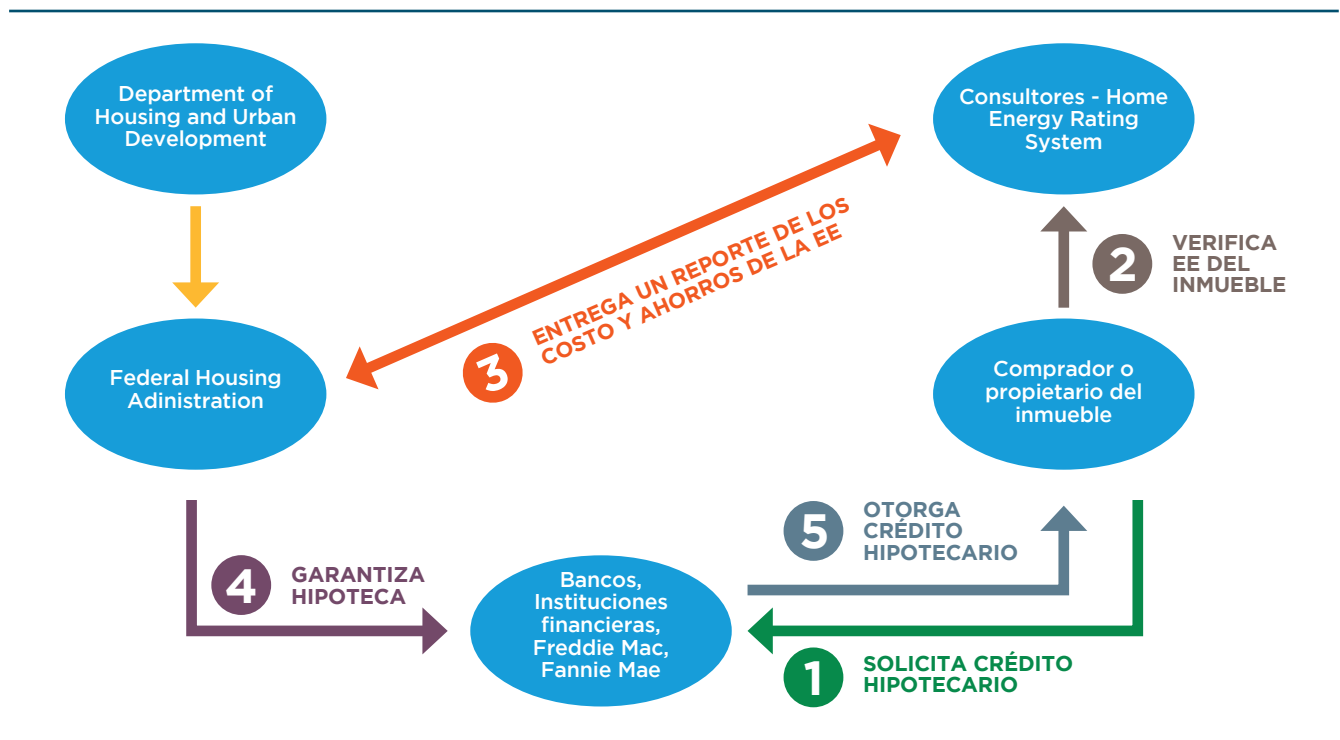
A continuación presentamos dos programas y mecanismos de financiamiento que abordan de manera diferenciada los temas objetivos del presente estudio.

1. Programa Nacional para Hipotecas Eficientes Energéticamente (EEM).

El “*National Program for Energy Efficient Mortgages- EEM*” nace en 1992 como una experiencia piloto y en 1995 se expande a nivel nacional. El EEM está diseñado para apoyar el financiamiento de medidas de EE en viviendas nuevas o usadas, al reconocer que la reducción de costos de energía permite a un propietario pagar una hipoteca más elevada que cubra los costos de mejoras en la vivienda por sobre el costo de la hipoteca. El prestatario puede acceder entonces a un crédito mayor, sin necesidad de calificar para el financiamiento adicional.

La hipoteca es entregada por una Institución Financiera (IF) y la hipoteca es asegurada por el *U.S. Department of Housing and Urban Development* (HUD), es decir, el *Federal Housing Administration* (FHA), no otorga créditos sólo actúa como organismo garante.

FIGURA 1: Actores del proceso. Instituciones financieras que otorgan créditos hipotecarios



Fuente: Elaboración Propia

El EEM en detalle:

1. No existen condiciones de edad ni condiciones mínimas de salario para aplicar al programa.
2. El costo de las mejoras energéticas y de los ahorros estimados, debe estar determinado por un consultor de EE utilizando el *Home Energy Rating System* (HERS). Los costos de la consultoría y reporte HERS¹³ pueden ser incluidos en el crédito hipotecario.
3. El costo de la inversión para implementar las medidas de EE debe ser menor a los ahorros obtenidos en la vida útil de los equipos de EE.
4. El prestatario puede acceder a créditos EEM de 15 a 30 años con tasa fija o con tasa variable. El prestatario debe entregar un pie (*downpayment*) del 3,5% del precio de venta o el valor de tasación del inmueble; sin embargo, cualquier prima de seguro hipotecario pagado por adelantado puede ser financiado por la hipoteca.
5. El monto tope de las mejoras en EE que pueden optar a hipotecas es el menor entre:
 - a. El monto en dólares de las mejoras energéticas rentables, más el costo de la inspección e informe (HERS).
 - b. El menor valor resultante del 5% de (i) el valor de la propiedad (ii) el 115% de precios promedio de una vivienda unifamiliar en esa zona, o el 150% del límite conforme la hipoteca Freddie Mac.
6. En el caso de vivienda existente, las mejoras a la vivienda se realizan después de cerrado el préstamo con la IF. La IF deposita el dinero de las mejoras en una cuenta de garantía (*escrow account*). El dinero se libera después de que una inspección técnica ha verificado que las mejoras han sido realizadas.
7. El propietario es el responsable de cotizar los precios y contratar los trabajos.
8. En el caso de una vivienda nueva no se requiere una cuenta de garantía pues las medidas han sido instaladas durante la construcción, la cual debe haber finalizado antes de cerrar el crédito.

No existe un listado de medidas eficientes o paquetes tecnológicos predeterminados, la selección de los mismos resulta de las Auditorías Energéticas realizadas a la vivienda y del cumplimiento de estándares mínimos establecidos por el Departamento de Energía¹⁴. Las estimaciones indican una reducción promedio de 20% en el consumo energético anual por vivienda.

Para hacer aún más atractivo el programa EEM se permitió a cada estado federal ofertar otros beneficios que permitan optar a estos créditos, por ejemplo: descuento en la tasa de interés (3-5 años fijo y los restantes 27 o 25 años son variables), cuotas de préstamos reducidas, asistencia jurídica, u otro beneficio que reduzca los costos de la hipoteca cuando se comparan con las otras hipotecas existentes en el mercado.

Para efectos de este estudio es importante destacar que:

- El Programa EEM permite al comprador financiar las mejoras en una vivienda existente o nueva a través del aumento del monto del préstamo asociado a los ahorros y que es incluido en el crédito hipotecario.
- El FHA garantiza los créditos, los cuales se realizan a través de instituciones financieras locales.
- Se incorpora en el monto del crédito el valor de las mejoras. Sin embargo, es necesario entregar un monto mínimo de pie (entrega inicial) al tomar el crédito.
- Existe un listado de instituciones financieras acreditadas para trabajar con este instrumento. Sin embargo no existe un listado de expertos calificados.
- No existe una priorización de las medidas a implementar (mejoras a la envolvente versus mejoramiento de equipos).

¹³ El costo del reporte HERS varía entre US\$300 y US\$800. Fuente: <http://portal.hud.gov/housing/sfh/eem/eemhog96/>

¹⁴ Consumo energético menor en 30% y 50% respecto a casas construidas con estándares energéticos posterior al año 2004 (Código Inter Conservación de Energía). Al menos 10% del ahorro EE tiene que venir de las mejoras en envolvente de la vivienda.

2. Programa de Asistencia al Mejoramiento - Weatherization Assistance Program (WAP)

Adicionalmente a lo ya mencionado, el Departamento de Energía de Estados Unidos (*US Department of Energy o DOE*) ha diseñado e implementado desde 1976 el programa de Asistencia al Mejoramiento Térmico o WAP (por sus siglas en inglés). Este programa entrega donaciones a familias vulnerables para introducir mejoras a viviendas existentes. Según datos del DOE, este programa ha beneficiado a cerca de siete millones de familias desde la fecha de puesta en marcha. A continuación algunos detalles del programa:

- El nivel de ingreso es la condición principal que determina la elegibilidad al programa. Los límites de ingreso son definidos a nivel de cada estado federal.
- Este programa permite el financiamiento de medidas mejoramiento de la envolvente, incluyendo sellado de infiltraciones y mejoramiento de los sistemas de aire acondicionado y calefacción de la vivienda.
- Como parte del proceso del programa WAP, es necesario que inicialmente un auditor realice una evaluación energética en la vivienda, la cual incluye un análisis de las facturas de electricidad y pruebas de presurizado (*blower-door*) entre otros. El auditor genera un listado de recomendaciones costo-efectivas para la vivienda. No existe un costo para las familias beneficiarias. Sin embargo sí existe un límite de inversión por vivienda (el promedio es de US\$6.500, es decir, aproximadamente CLP\$4 Millones). El límite de inversión por vivienda es definido a nivel de cada estado federal.
- El propietario o beneficiario debe firmar una conformidad al finalizar los trabajos, los cuales son adicionalmente, verificados por un inspector.
- Existen estándares de calidad y certificación para los trabajos y los profesionales involucrados: auditores, implementadores y controladores de calidad, deben cumplir con estándares definidos por el DOE.
- Este programa también aplica para arrendatarios, siempre y cuando, cuenten con la autorización del propietario.
- Recientemente, se concluyó la evaluación del programa WAP a través de técnicas rigurosas, con una muestra de más de 30.000 hogares. Y los resultados no han sido lo que se esperaba. En promedio el ahorro obtenido por los hogares va de un 10% a un 20%, mucho menor a lo predicho por las estimaciones. Además, la evaluación no logra encontrar evidencia de un aumento significativo de las temperaturas al interior de las viviendas. (Fowlie, 2015)

1.3 ALEMANIA: REHABILITACIÓN EFICIENTE ENERGÉTICAMENTE

El Programa denominado “*Energieeffizient Sanieren*” (Rehabilitación Eficiente Energéticamente) se inició el año 2003 y forma parte de una política económica del Gobierno Federal diseñada para mitigar la baja de la actividad económica producto de la crisis financiera de esos años.

El programa es un producto de la KfW (*Kreditanstalt für Wiederaufbau*) y consta de dos mecanismos¹⁵ que financian hasta el 100% del costo: el primero financia medidas individuales hasta €50.000, equivalente a CLP\$33 millones de pesos¹⁶ y el segundo financia remodelaciones completas de viviendas para alcanzar estándares energéticos establecidos (no se centra en la medida sino más bien en el rango de ahorro que se quiere alcanzar). En este caso, el monto financiado es hasta €75.000, equivalente a CLP\$49,6 millones (Programa *KfW EffizienzHaus*).

¹⁵ Adicionalmente, la KfW tiene un programa de subsidio directo a la inversión, donde el posible acceder hasta un 25% del costo total de la inversión, dependiendo del nivel de ahorro alcanzado con las medidas de reacondicionamiento. En este programa, es KfW quien recibe y procesa las solicitudes.

¹⁶ Tasa de Cambio: 1Euro a CLP\$662, fecha 7 abril de 2015. Fuente: Banco Central de Chile.

El programa está enfocado en atender al parque de viviendas construidas antes del 01 de enero de 1995, fecha en que se realizó la segunda modificación a la reglamentación térmica alemana.

El mecanismo entrega créditos a tasas subsidiadas de 1% anual, en euros, en plazos que van de 4 a 30 años con periodos de gracia (pago sólo de interés) de 1 a 5 años y periodos de tasa fija (sin cambios) de 10 años.

Entre las medidas de mejora el programa contempla: aislación exterior (paredes, techos, pisos, puentes térmicos); ventanas (doble panel hermético); ventilación (con recuperación de calor); sistemas de calefacción (reemplazo calderas convencionales por condensación); intercambiadores de calor y realización de pruebas de hermeticidad.

Para el caso de medidas individuales, el usuario puede postular a medidas específicas, tanto de envolvente como de artefactos (con valores de transmitancia térmica a alcanzar en cada caso). Solamente para los artefactos de calefacción es posible reemplazar los existentes por nuevas tecnologías, las cuales están definidas dentro de los formularios de aplicación.

Para el caso de las remodelaciones completas, la KfW define estándares a alcanzar, los cuales se miden como la relación entre demanda de energía primaria de la vivienda con reacondicionamiento y la demanda de energía primaria de referencia de acuerdo a la reglamentación térmica del 2009 (KfW- *Effizienzhaus* 55, 70, 85, 100 y el 115).

Los créditos son entregados a través de Instituciones Financieras (IF), las cuales a su vez traspasan las demandas de créditos a KfW. Son las IFs quienes asumen el riesgo y por ende, los seguros que aplican al crédito son definidos por éstas últimas. El monto de crédito o de subsidio (dependiendo de la combinación de los mecanismos) aumenta a medida que se solicita un mayor estándar térmico.

Es importante mencionar que el crédito debe ser solicitado antes de iniciar las obras. Una vez finalizada las obras y entregado al propietario, éste debe entregar una declaración de realización de las mismas (*Bestätigung nach Durchführung*) dentro de 9 meses desde que se le entregó el financiamiento. Esta declaración es firmada tanto por el propietario como por el asesor contratista donde se establecen responsabilidades en caso de no cumplimiento.

El pago a los contratistas que realizan el trabajo no es de responsabilidad de la IF sino del mandante. La KfW puede en todo momento verificar las cuentas, así como las obras.

En el caso de remodelaciones completas, se entrega adicionalmente un subsidio retroactivo (*Tilgungszuschuss*), el cual varía dependiendo del nivel de mejoras (*KfW Effizienzhaus*) y se entrega una vez las obras han sido finalizadas. Este subsidio va desde 2,5% hasta 17,5% del monto del crédito.

Inicialmente se deben planear las mejoras energéticas con un consultor energético. Para esto, existen apoyos estatales que aportan hasta el 50% del valor de la consultoría energética, con un tope de entre 400 y 500 euros, dependiendo del tipo de edificación. Para postular a estos beneficio, las viviendas deben haber sido construidas antes de 1995, no haber sido mayormente modificadas, tener uso residencial y estar ubicadas en Alemania.

La evaluación de los primeros años de puesta en marcha del programa permitió estimar un ahorro energético (electricidad, gas y otras fuentes) promedio 145 kWh/m²/año (las viviendas pasaron de consumir 225 kWh/m²/año promedio a menos de 80 kWh/m²/año). Según estudios locales¹⁷, este programa tuvo efectos positivos para el país. Este beneficio ha sido calculado en base a la mayor recaudación de impuestos provenientes de la inversión en las viviendas, materiales, ingresos de los contratistas, etc. y de los menores gastos en seguros de desempleo.

Una de las lecciones aprendidas es la necesidad de formar profesionales (arquitectos y diseñadores) en el campo de reacondicionamiento de viviendas existentes, así como de instaladores y obreros capacitados en la aplicación de nuevos materiales.

¹⁷ KfW Bankengruppe (2011). "Impact on Public Budgets of KfW promotional programmes in the field of energy -efficient building and rehabilitation".

Consideraciones del Caso Alemán

- Existe una tasa de interés especial (1%) y periodos de gracia de hasta 5 años. La tasa de interés es fija por 10 años. El crédito no está asociado a un crédito hipotecario.
- Adicionalmente se entrega un subsidio retroactivo, el cual varía dependiendo del nivel de mejoras y el cual se entrega una vez las obras han sido finalizadas.
- Las medidas se concentran en mejoramiento de la envolvente y mejoramiento de los sistemas de calefacción (siempre y cuando posean más de dos años de antigüedad). No existe una priorización de medidas. No existe apoyo para la compra/renovación de otro tipo de equipos eléctricos (refrigeradores, etc).
- Existe un listado de expertos energéticos reconocidos (certificados) a los cuales acceder.
- Los créditos son entregados a través de IF, donde acude el interesado. Las IF toman el riesgo asociado a estos créditos.
- Existe además un programa de subvención a la inversión, el cual es manejado directamente por KfW y que permite recuperar hasta un 25% de los costos de inversión.

1.4 EXPERIENCIAS NACIONALES

1.4.1 Beneficio Tributario Solar Térmico

El beneficio tributario que nace con la promulgación de la Ley 20.365 entra en vigencia en el año 2009 por un periodo de 5 años (hasta 2013). Rige para viviendas cuyos permisos de edificación se hayan otorgado a partir del 01 enero del año 2008 y hayan obtenido una recepción municipal antes del 31 de diciembre del 2013.

El beneficio permite a las empresas constructoras acceder a un crédito equivalente a un porcentaje del costo del sistema solar térmico (SST) más el valor de instalación según el valor de la vivienda y deducirlo del monto sujeto al pago de impuestos.

El beneficio se hace efectivo el mes de la obtención de la recepción final de cada inmueble y para ello la constructora debe adjuntar el respaldo de facturas de compra e instalación del SST.

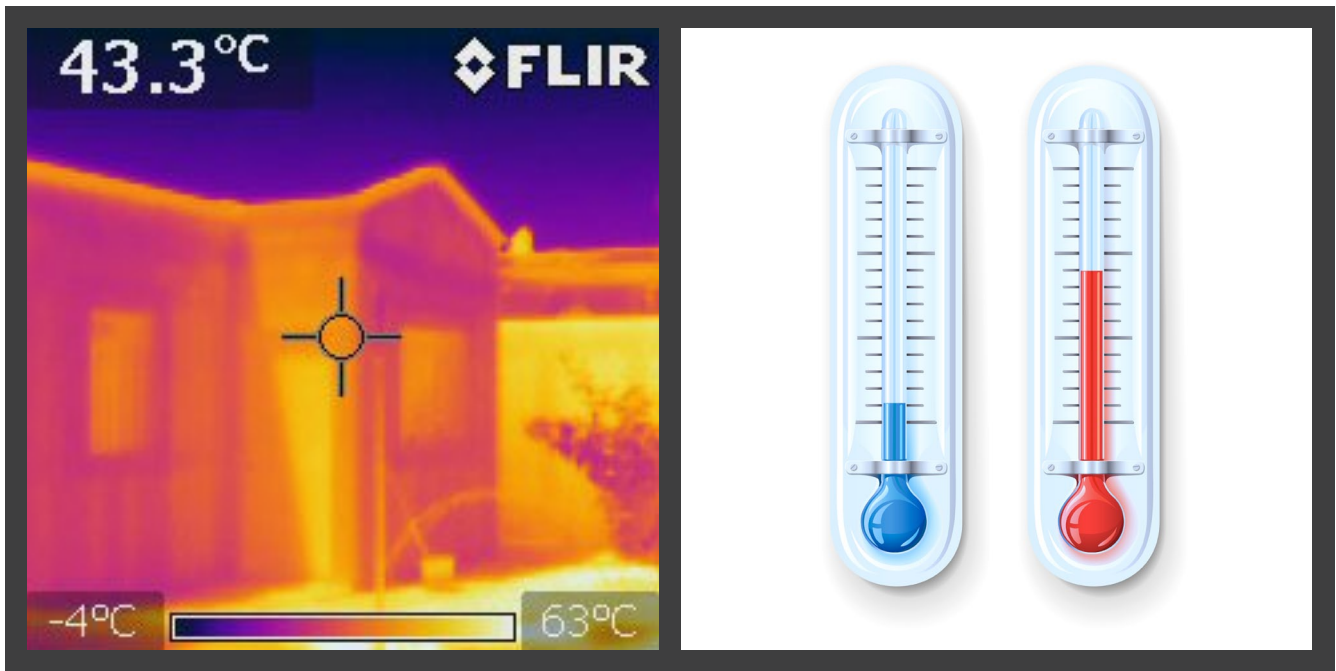
El mecanismo se restringe a viviendas nuevas con un costo menor a 4.500 Unidades de Fomento (UF), equivalente a US\$180.000¹⁸, que incluye tanto el valor de construcción como el valor del terreno¹⁹. El beneficio es progresivo y varía de acuerdo al año, tipo de instalación, valor y tipología de la vivienda (unifamiliar o multifamiliar).

Para obtener el beneficio tributario, el Desarrollador certifica a través de una Declaración Jurada haber instalado el SST que estén inscritos en el registro de equipos que pueden acceder al beneficio (marca, modelo, número de serie y datos de la empresa instaladora). La información relacionada a los porcentajes mínimos de aporte solar se especifican en la declaración jurada. La empresa constructora debe declarar las especificaciones técnicas de su proyecto, detallando la contribución solar, especificaciones técnicas de los equipos instalados (factores de pérdidas, eficiencias, etc.), memoria de cálculo, etc. Esta información será usada en caso se requiera realizar inspección posterior a su instalación, a solicitud del usuario.

Respecto al funcionamiento, la operación recae principalmente en dos instituciones del Estado, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y el Servicio de Impuestos Internos.

¹⁸ Tasa de conversión: 1 UF equivalente a CLP\$24.648. Fuente: Banco Central de Chile. Fecha 8 de abril 2015.

¹⁹ El procedimiento de cálculo del costo de la vivienda se establece en la Circular Circular N°50 del 20 de agosto del 2010. (Sobre la aplicación del crédito tributario establecido en favor de las empresas constructoras que instalen Sistemas Solares térmicos en las viviendas que construyan.



En relación a las responsabilidades, es importante mencionar los siguientes puntos:

- El propietario primer vendedor de una vivienda (inmobiliaria) deberá responder por los daños y perjuicios que provengan de las fallas o defectos del Sistema Solar Térmico, de sus componentes y de su correcto funcionamiento, de conformidad a lo establecido en los artículos 18 y siguientes del decreto con fuerza de ley N° 458, de 1975, del MINVU, Ley General de Urbanismo y Construcciones. Esta responsabilidad es de 5 años para el caso de instalaciones.
- Si se determina responsabilidad civil del propietario primer vendedor, adicionalmente se impondrá una multa equivalente al monto reajustado del beneficio.
- El propietario primer vendedor deberá solventar una inspección al SST a solicitud del propietario, que podrá ser requerida sólo dentro del primer año desde la recepción municipal definitiva.

Mediante la inspección antes mencionada, el propietario puede verificar que el SST cumple con lo comprometido por la empresa constructora. Para esto, existen protocolos de inspección en terreno que son llevados a cabo por Organismos de Inspección autorizados, los que entregan un informe -tanto a la inmobiliaria como al propietario- de los resultados de esta inspección. En caso de que se demuestre fallas y responsabilidad del propietario primer vendedor, éste deberá responder por los daños y perjuicios.

Evaluaciones extraoficiales del beneficio hacen mención a un aspecto clave a considerar, que es el costo de mantención después de aproximadamente cinco años, el cual puede ser equivalente al beneficio obtenido al momento de la instalación.

1.4.2 Programa de reacondicionamiento térmico de viviendas existentes (PRT)

El Programa de Reacondicionamiento Térmico (PRT) se inicia el año 2009 y está dirigido a subsidiar los costos de reacondicionamiento térmico (techumbre, piso ventilado, muros, ventanas) en viviendas sociales.

El año 2009, MINENERGIA en conjunto con el MINVU acordaron iniciar, en una primera fase, la implementación de 10.000 subsidios de reacondicionamiento térmico, a través del Programa de Protección al Patrimonio Familiar (Decreto Supremo 255), el que contempla tres clases de subsidios, según el tipo de obras de que se trate:

- **Título I:** Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno;
- **Título II:** Mejoramiento de la Vivienda y
- **Título III:** Ampliación de la Vivienda.

El PRT se inserta en el Título II, “Proyecto de Mejoramiento Térmico de Vivienda”, que establece un subsidio fijo el cual varía según comuna.

El subsidio se dirige a personas propietarias o asignatarias de una vivienda de carácter social, cuyo valor de tasación no supere las 650 UF, equivalente a US\$26.000 o CLP\$16 millones de pesos, construida por el Estado o por el sector privado, con o sin subsidio habitacional, y localizada en zonas rurales o urbanas y que cumplan con los requisitos normados por MINVU. Para optar a este reacondicionamiento las familias beneficiadas deben aportar con 3 UF adicionales (US\$120)²⁰.

El art. 6° bis indica que si el proyecto de mejoramiento de la vivienda cuenta con un certificado de Recepción de Obras Municipales con fecha anterior al 4 de enero de 2007 y considera un acondicionamiento térmico que le permita cumplir con el art. 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), el monto total del subsidio, puede ser de hasta el doble, y si cumplido lo anterior quedare un saldo de subsidio éste podrá utilizarse para el mejoramiento de la vivienda.

La elaboración del proyecto de mejoramiento es es responsabilidad de los Prestadores de Servicios de Asistencia (PSAT), quienes consideran los antecedentes sociales de la familia, los antecedentes legales de las propiedades, el proyecto técnico, el presupuesto y la cantidad de departamentos o familias postulantes. Para postular al subsidio térmico incorporan al proyecto una lista de verificación de acciones preliminares para mejoras energéticas aplicables a la vivienda. El proyecto se presenta al Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU) correspondiente, el cual evalúa el proyecto, realiza observaciones, y solicita mejoras para luego ser oficialmente recepcionado y aprobado como beneficiario del subsidio.

El estudio de “Evaluación Independiente de PRT”, realizado por el MINENERGIA el año 2012, evaluó el impacto del programa en el desempeño térmico de las viviendas intervenidas; analizando todo el proceso técnico necesario para concretar un reacondicionamiento, aplicando mediciones cuantitativas a las obras y cualitativas del usuario. Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

- Existe un desconocimiento técnico en temas de reacondicionamiento térmico por una parte considerable de los actores involucrados.
- Hay una falta de mano de obra capacitada para la instalación, y la mano de obra existente no cumple con parámetros establecidos en la OGUC. Las garantías no son solicitadas, en gran medida por desconocimiento y si lo hacen a través de la Entidad de Gestión Inmobiliaria Social (EGIS) o SERVIU las solicitudes no son atendidas adecuadamente, de acuerdo a lo observado en la muestra.

²⁰ Fuente:http://www.minvu.cl/opensite_det_20110425113800.aspx

- Por otro lado las constructoras en conjunto con las EGIS confeccionan proyectos estándares para un conjunto de viviendas, sin necesariamente considerar las características de cada vivienda. Al momento de reacondicionar esto queda en evidencia, por ejemplo, al no incluir las ampliaciones en las actividades. Esto pone en riesgo los beneficios energéticos al tener la vivienda muros no aislados.
- No está claramente establecida la priorización de intervenciones en la vivienda, lo cual puede disminuir el impacto de la(s) intervención(es). Como regla general debería mejorarse térmicamente la vivienda en el siguiente orden: (i) la techumbre, (ii) los pisos ventilados, (iii) los muros y (iv) finalmente las ventanas.
- Existe una falta de conocimiento o seguridad de los beneficiados de sus derechos relativos principalmente a garantías al diseño y alcance del proyecto a ejecutar. Como se dijo anteriormente las garantías no son utilizadas, y no son solicitadas por parte del usuario/EGIS o SERVIU. Los beneficiarios indicaron, además, que no conocían con certeza el reacondicionamiento aplicado en sus viviendas, a pesar de que esto está en los presupuestos entregados y firmados por el beneficiario.

1.4.3 Programa Piloto de Recambio de Calefactores-PRC

Este programa es una iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), el cual se inicia el año 2011 y está vigente hasta la fecha. Este programa en líneas generales consiste en el retiro de artefactos a leña que están en uso y que tienen altas tasas de emisión de partículas y bajas eficiencias de uso de energía. Estos son sustituidos por calefactores con bajas tasas de emisión de Material Particulado (MP) y alta eficiencia térmica. Además, contempla el reciclaje del artefacto retirado como una forma de reducción de emisiones efectiva y permanente. El programa financia la compra del calefactor nuevo y el beneficiario asume los costos de instalación y de eliminación del artefacto antiguo.

La familia beneficiada por el programa recibirá un calefactor nuevo, que será previamente licitado por el programa, el cual solicita (i) un plan de instalación, (ii) servicio post venta y (iii) una unidad demostrativa. La adjudicación está a cargo de la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI), la que verifica la existencia de los documentos requeridos, y capacita a los instaladores en los objetivos del programa y al usuario final en la operación y mantención del sistema.

Solamente el primer programa piloto en Coyhaique fue implementado de manera totalmente subvencionada; los otros programas han exigido un aporte entre CLP\$30.000 y CLP\$115.000 (US\$48 – US\$187), para equipos de un costo promedio de \$ 350.000 pesos chilenos²¹.

El aporte está destinado a la compra del kit de instalación, al costo de la mano de obra de instalación y al costo de retiro de sus artefactos antiguos. El monto del aporte es variable: a mayor aporte existe un mayor número de recambios, es decir que la familia puede beneficiarse de más de una estufa.

La verificación de conformidad y aceptación del programa se acredita con la firma del beneficiario, el instalador y un representante de la SEREMI.

Hasta la fecha se han invertido cerca de CLP\$2 Mil Millones (US\$3 Millones), en la instalación de cerca de 6.600 unidades en siete ciudades del sur de Chile.

El programa piloto de Coyhaique contó con una evaluación de nivel de satisfacción por parte de los beneficiarios y mediciones de emisiones de los artefactos retirados.

La encuesta de satisfacción concluyó que el programa es exitoso por la percepción del beneficiario y por la reducción de emisiones de gases (por mayor eficiencia de las estufas) y de hollín (por la mejor combustión). Entre las principales debilidades identificadas está el conjunto muy limitado de opciones de equipos para el recambio (entre una y dos) que se ofrece y que la tecnología se ha restringido a calefacción con leña.

²¹ Para cumplir con el nivel de emisiones propuesta por la Norma Nacional (1,5-2,5 gr/hr) se requiere de equipos de un costo aproximado dentro el rango de \$ 200.000 - 400.000 pesos chilenos (US\$325-US\$650).

Por otra parte se identificó la necesidad de establecer un servicio de post-recambio y satisfacción del cliente con disponibilidad de equipos y empresas que cumplan con las exigencias ambientales, y que cuenten con una unidad de trabajo especializada para la implementación, seguimiento y evaluación del programa de recambio. Por otra parte es importante contar con una norma de emisiones con exigencias graduales (facilitando el ajuste de las empresas nacionales) y un control o fiscalización sobre la calidad del combustible, por medio de un subsidio al secado de leña por ejemplo.

1.5 CONSIDERACIONES PRELIMINARES DE LOS ANÁLISIS NACIONALES E INTERNACIONALES.

Considerando el benchmarking entre los diferentes programas -a nivel nacional e internacional- se pueden clasificar los programas en dos tipos (i) aquellos que están dirigidos a las familias de bajos recursos (subsidios) y (ii) aquellos que son de carácter generalizado (hipotecas y beneficios tributarios). En ninguno de los casos analizados se prioriza como grupo meta a las familias de ingresos medios y medios-altos exclusivamente. Por lo tanto, las ventajas y desventajas identificadas en el benchmarking tendrán que considerar un sesgo de acuerdo a la caracterización del grupo meta.

Los mecanismos enfocados a lograr viviendas más eficientes energéticamente en el caso estadounidense y mexicano están pensados para la compra de viviendas nuevas o usadas y están ligados a créditos hipotecarios, lo que permite acceder a tasas bajas. En el caso alemán, el crédito es de libre acceso, es decir, no está ligado a un crédito hipotecario, pero presenta tasas de interés preferenciales.

En el caso alemán, y en el caso de los programas de EEM y WAP de los Estados Unidos, el primer requisito es la auditoría energética de la vivienda, la cual debe ser realizada por especialistas certificados o acreditados. En ambos casos es posible acceder a mecanismos para introducir o deducir total o parcialmente el costo de esta auditoría. En base a los resultados de la auditoría, se definen las intervenciones y el monto de financiamiento y se realiza el reacondicionamiento. La última etapa es la del cobro del incentivo financiero, que depende del instrumento adoptado, pero en todos los casos se tiene que demostrar mediante factura de gastos o de material los costos incurridos en el reacondicionamiento de la propiedad, así como la ejecución del proyecto mediante declaraciones juradas.

La puesta en marcha de proyectos de reacondicionamiento térmico incluyó el desarrollo de pilotos de tres a cinco años desde el momento que se solicitaron los estudios hasta que comenzó la ejecución, más un año de implementación y otro de evaluación. Considerando esto, podemos pensar que la implementación de un instrumento de estas características tomaría un periodo de tres años.

Del análisis se desprende claramente que un programa de fomento al mejoramiento de la vivienda debe ir acompañado de regulación, normativas, estándares y medios de verificación que permitan asegurar el éxito en su implementación. Esto implica un involucramiento activo por parte del Estado, ya sea a través de la puesta en marcha de incentivos (subsidios, beneficios tributarios, u otros) como a través de la definición y puesta en marcha de un proceso operativo robusto (fiscalización, programas de capacitaciones, etc.).

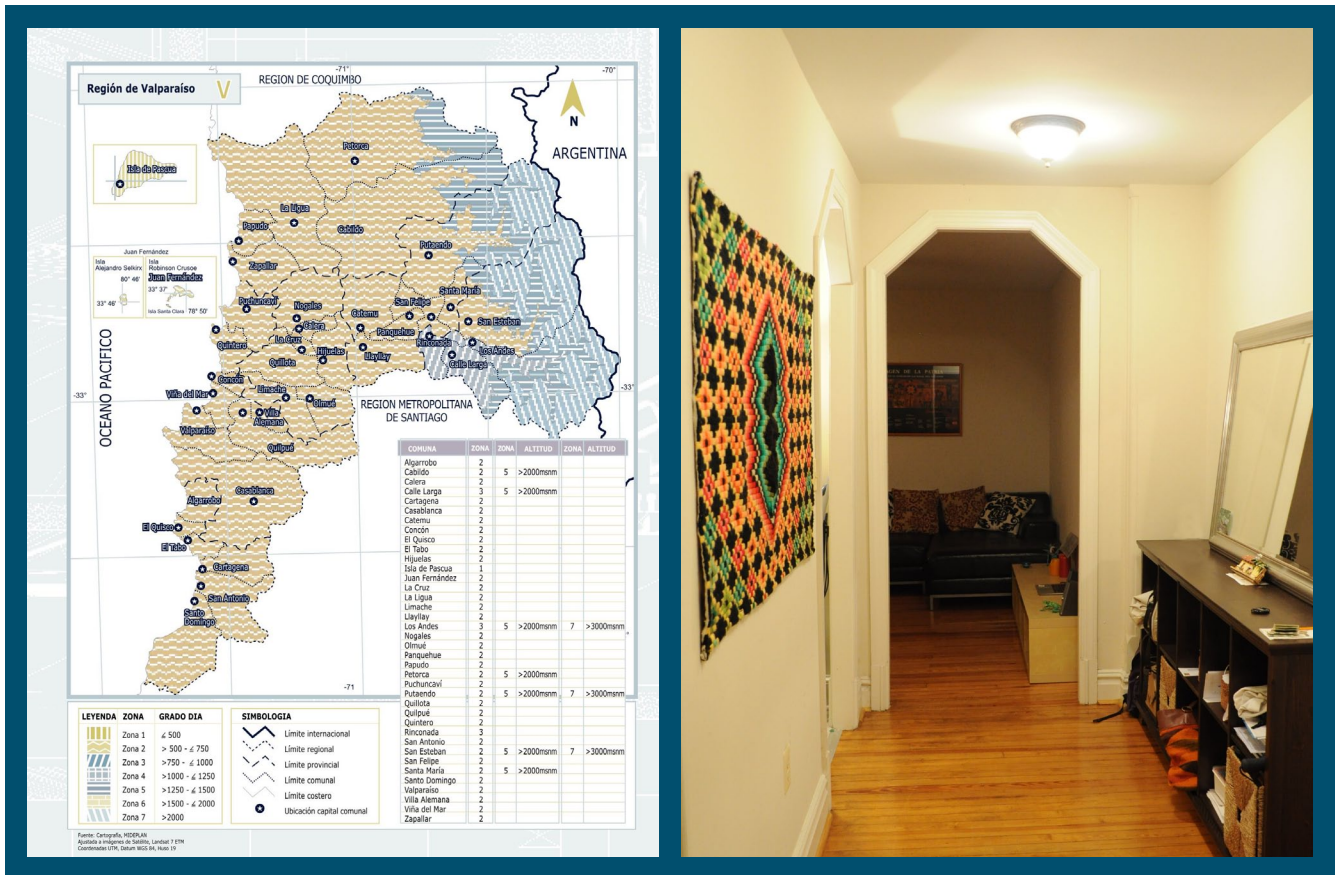




2

¿Cuáles son las principales características econo-energéticas de las familias del sector medio y medio alto en Chile?





2 ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ECONO-ENERGÉTICAS DE LAS FAMILIAS DEL SECTOR MEDIO Y MEDIO ALTO EN CHILE?

El objetivo de este apartado es identificar, cuantificar y caracterizar el segmento objetivo de este estudio, es decir, los estratos medios y medios – altos de Chile. El enfoque en este grupo socioeconómico se basa en la hipótesis de que dado que este grupo consume proporcionalmente más energía que el resto de la población²², al promover el ahorro de energía en este grupo se pueden obtener beneficios energéticos relevantes para el país.

2.1 ¿CUÁL ES EL NIVEL DE INGRESO DE LAS FAMILIAS DEL GRUPO META?

Para segmentar la población de acuerdo a su ingreso, se utilizaron los quintiles de ingreso familiar, según los datos de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) y la Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI).

Tomando en consideración que se busca segmentar a sectores medios y medios-altos, se estableció el punto de corte en segmentos que no reciben aportes o subsidios habitacionales significativos por parte del Estado, y que poseen la capacidad de acceder a financiamiento privado (bancario).

²² De acuerdo a MINENERGIA (2010), el consumo final de energía promedio del Grupo ABC1 es 25% mayor al Grupo D.

Por esto, se consideró a este grupo como el conformado por familias de los 2 quintiles de mayores ingresos²³, es decir familias que poseen ingresos familiares promedio mensual de CLP \$1.770.384 de acuerdo a la encuesta CASEN 2011. Esta línea de corte es consistente con las familias que no califican para Subsidios de Grupos Emergentes, es decir, familias con ingreso mensual neto²⁴ mayor a 40 UF (equivalente a CLP\$985.920 o US\$1.600)²⁵.

Según información de la encuesta CASEN, estas familias representan –a nivel nacional- cerca de 2 millones de viviendas de un total de 5 millones aproximadamente que existen actualmente en el país. Por región, las viviendas de estos segmentos se concentran casi en un 70% en las regiones Metropolitana, VIII y V región.

TABLA 2: Viviendas foco del estudio desagregadas por región

REGIÓN	TOTAL VIVIENDAS	%
Tarapacá	35.731	2%
Antofagasta	83.406	4%
Atacama	34.004	2%
Coquimbo	68.801	4%
Valparaíso	201.993	10%
Libertador Bernardo O´Higgins	99.416	5%
Maule	86.126	4%
Bío Bío	166.690	9%
La Araucanía	73.651	4%
Los Lagos	79.659	4%
Aysén	15.186	1%
Magallanes Y La Antártica Chilena	25.257	1%
Región Metropolitana	934.112	48%
Los Ríos	33.538	2%
Arica y Parinacota	18.800	1%
Total	1.956.370	100%

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta CASEN 2011

²³ Quintil de ingreso autónomo per cápita (hogares).

²⁴ Ingreso bruto menos impuestos y descuentos legales.

²⁵ Los resultados de la encuesta NESI 2013 indican que este promedio es inferior al promedio del ingreso medio del hogar del decil 8, el cual se calcula en CLP\$994,700 (a pesos de octubre del 2013).

2.2 ¿CÓMO SE DISTRIBUYEN CLIMÁTICAMENTE LAS VIVIENDAS DEL GRUPO META EN CHILE?

La reglamentación térmica chilena dividió al país en 7 Zonas Térmicas (ZT) en base al criterio de los Grados Días de Calefacción anuales. Estos Grados Días están directamente relacionados con las demandas de energía que la vivienda requiere en el periodo considerado para lograr la temperatura interior base²⁶. La Tabla 3 desagrega la ubicación de las viviendas, tomando en consideración la zonificación térmica del país.

TABLA 3: Viviendas foco del estudio desagregadas por ZT

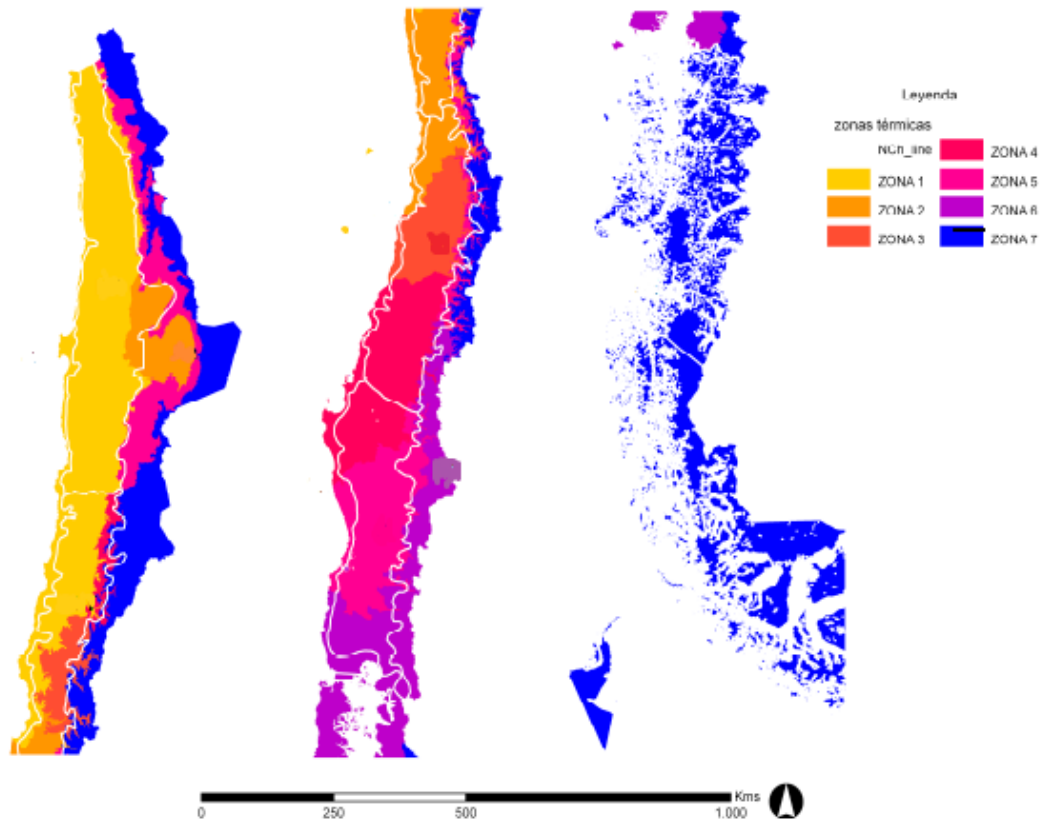
ZONA TÉRMICA	TOTAL VIVIENDAS	
	Nro.	%
Zona 1	193.733	10%
Zona 2	235.082	12%
Zona 3	1.050.508	54%
Zona 4	256.001	13%
Zona 5	111.336	6%
Zona 6	69.266	4%
Zona 7	40.443	2%
Total	1.956.370	100%

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta CASEN 2011



²⁶ Bustamante et al. (2009). "Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social". Ministerio de Vivienda y urbanismo y Programa País de Eficiencia Energética.

FIGURA 2: Mapa de la zonificación térmica chilena



Fuente: Presentación Actualización Art. 4.1.10 OGUC Reglamentación Térmica, Junio 2013

Por ende, las zonas térmicas menos demandantes de energía de calefacción se encuentran en la Zona Térmica 1 (ZT1) y Zona Térmica 2 (ZT2), lo cual se corrobora al cruzar esa información con los niveles de uso de calefacción según ZT. Esta zonas (ZT1 y ZT2), concentran cerca de 20% de las viviendas de Chile, quedando el restante **80% de las viviendas en zonas donde se requiere (y donde se utiliza) calefacción para mantener condiciones de confort en las viviendas.**

En la Tabla 4, se observa que más del 70% de las viviendas del grupo meta se encuentran en las regiones de Bío Bío, Valparaíso y Metropolitana, es decir, la zona centro sur de Chile.

TABLA 4: Viviendas foco del estudio desagregadas por región

REGIÓN	TOTAL VIVIENDAS	%
Tarapacá	35.731	2%
Antofagasta	83.406	4%
Atacama	34.004	2%
Coquimbo	68.801	4%
Valparaíso	201.993	10%
Libertador Bernardo O´Higgins	99.416	5%
Maule	86.126	4%
Bío Bío	166.690	9%
La Araucanía	73.651	4%
Los Lagos	79.659	4%
Aysén	15.186	1%
Magallanes Y La Antártica Chilena	25.257	1%
Región Metropolitana	934.112	48%
Los Ríos	33.538	2%
Arica y Parinacota	18.800	1%
Total	1.956.370	100%

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta CASEN 2011

TABLA 5: Proporción de uso de calefacción por zona térmica de los quintiles IV y V

Zona Térmica	Usa calefacción	No usa calefacción
ZT1	13%	87%
ZT2	71%	29%
ZT3	93%	7%
ZT4	96%	4%
ZT5	100%	0%
ZT6	100%	0%
ZT7	100%	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del estudio “Curva de Conservación de la Energía del Sector Residencial”, MINENERGÍA 2010.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA DEL GRUPO META

Las medidas a implementar, así como la operatividad de un programa de reacondicionamiento térmico de vivienda, variarán dependiendo si la vivienda es unifamiliar (aislada) o si es multifamiliar (departamento); por esto, se analiza la desagregación por tipología con lo cual es posible constatar que más del **80% de las viviendas del grupo meta son casas (aisladas, pareadas o en fila)**.

TABLA 6: Distribución de viviendas de acuerdo a tipología de los quintiles IV y V (número de viviendas)

Región	Casa aislada	Casa pareada	Casa fila	Departamento	Total	%
TOTAL	743.656	597.915	256.092	358.707	1.956.370	100%

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta CASEN 2011

En términos de superficie, más del 60% de las casas y departamentos del grupo meta poseen un área interior entre los 40 y 100 m². **En términos de promedios, las casas del grupo meta tienen una superficie promedio a nivel nacional de 72 m² y los departamentos de 68 m².**

TABLA 7: Distribución de viviendas según tamaño en m² de los quintiles IV y V

Tipo de vivienda	Menos de 30 m ²	De 30 a 40 m ²	De 41 a 60 m ²	De 61m ² a 100 m ²	De 101m ² a 150 m ²	Más de 150 m ²
Departamentos	5%	16%	31%	34%	12%	3%
Casas	6%	13%	32%	31%	11%	6%

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta CASEN 2011

A través de la encuesta CASEN²⁷, también es posible conocer sobre materialidad de la vivienda, observando que la albañilería (56%) es la materialidad mayormente usada en estos grupos, seguido por tabiquería (21%) y hormigón armado (20%).

TABLA 8: Proporción de materialidad de las viviendas de los quintiles IV y V

Materialidad	Quintil IV	Quintil V
Hormigón armado	12%	28%
Albañilería (bloque cemento, piedra o ladrillo)	57%	54%
Tabique (madera, lata, u otro)	26%	16%
otros	4%	2%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta CASEN 2011

27 Según el "Manual de Trabajo de Campo" de la encuesta CASEN 2011, la definición de materialidades son: (i) hormigón armado como un muro compacto compuesto de aglomerados formados mediante la dosificación de agregados pétreos (ripió, arena), cemento y agua, y en su interior armadura de acero o malla con barras verticales y horizontales; (ii) albañilería. Cuando los muros son de ladrillo (muros construidos por piezas de arcilla cocida) o concreto (muros compactos, hechos con mezcla de arena, ripio y un aglomerante o bloque de hormigón (albañilería que en lugar de ladrillos emplea bloques de concreto generalmente huecos), y (iii) tabique. Estructuras con muros de poco espesor (unos 10 cms.) cuya firmeza le da una estructura de madera, recubierta o no por el interior.

Respecto a la existencia de aislación térmica en las viviendas existentes, el estudio “Curva de Conservación de la Energía del sector Residencial, MINENERGIA, 2010”, indica que **sólo un 25% de las viviendas construidas antes del año 2000, presentaban algún nivel de aislación.** Por lo que es posible caracterizar las viviendas del grupo meta como viviendas con poco o ningún nivel de aislación.

2.4 ¿CUÁNTO GASTAN Y QUÉ COMBUSTIBLES UTILIZAN ESTAS FAMILIAS?

Al enfocar este estudio en grupos de mayor poder adquisitivo, se asume que estamos trabajando con un grupo que consume (en unidades calóricas) y gasta (en unidades monetarias) en términos absolutos más en energía para calefaccionar el hogar que el resto de las familias.

Pero ¿cuánto gastan estas familias y qué combustibles utilizan? La Tabla 9 muestra el consumo de energía (en kWh) y el costo real en calefacción a valores del 2013²⁸, obtenidos del estudio “Curva de Conservación de la Energía para el Sector Residencial”, MINENERGÍA, 2010.

TABLA 9: Costo anual estimado de calefacción en los hogares para los quintiles IV y V

CASA				
	Consumo Real kWh/año	Combustible principal	Costo Unit. \$/kWh	Costo Anual \$/año
ZT1	364	Electricidad	122	44.259
ZT2	2.266	GLP	89	202.360
ZT3	3.428	GLP	85	291.204
ZT4	12.338	Leña	28	340.554
ZT5	17.418	Leña	25	436.101
ZT6	25.459	Leña	29	736.947
ZT7	35.348	GN	8	298.634

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del estudio “Curva de Conservación de la Energía del Sector Residencial”, MINENERGÍA 2010, y de costo de combustibles al 2013.

Se observa que existe un aumento del uso de calefacción según la ZT, el cual se traduce en aumentos de costos energéticos (no lineales). En efecto, por ejemplo la ZT4 tiene un 16% de aumento del costo anual en energía respecto de la ZT3, producido por una combinatoria de 2 elementos. Por un lado el consumo aumenta 3,6 veces pero con un combustible 3 veces más barato, por tanto el efecto de costos se mantiene acotado.

Ahora bien, el concepto de consumo energético debe ser diferenciado del concepto de confort térmico, pues los niveles de consumo real pueden diferir del consumo teórico necesario para estar en confort. A través de simulaciones hechas con el sistema de calificación energética del MINVU²⁹, se calcularon los niveles de consumo en confort térmico (ideal o teórico), a fin de ilustrar la distancia que existe entre estos dos niveles de consumo.

28 Este valor fue obtenido para el estrato socioeconómico C1, que representa parcialmente a los dos quintiles de mayor ingreso analizado. Se debe considerar además que los precios de los combustibles utilizados están en los mismos rangos que en el año 2010. Dado estos supuestos, es conveniente considerar un margen de error conservador en la cifras.

29 El sistema de calificación MINVU, se basa en el método de los grados días de base variable y determina los requerimientos en calefacción para obtener una temperatura interior promedio de 19°C correspondientes a 20°C durante el día (16 hrs) y 17°C durante la noche (8 hrs). Manual de Procedimiento para la Calificación Energética de Viviendas en Chile. MINVU. Noviembre 2013.

TABLA 10: Consumo energético de calefacción por vivienda por Zona Térmica para los quintiles IV y V

	Consumo Real kWh/viv/año	Consumo en Confort kWh/viv/año	Consumo real/ consumo en confort térmico (ideal) %
ZT1	364	4.730	8%
ZT2	2.266	11.797	19%
ZT3	3.428	21.215	16%
ZT4	12.338	33.088	37%
ZT5	17.418	41.638	42%
ZT6	25.459	49.023	52%
ZT7	35.348	85.495	41%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del estudio “Curva de Conservación de la Energía del Sector Residencial”, MINENERGÍA 2010.

El indicador de consumo real (medido en kWh según tasas de conversión estándar de las distintas fuentes energéticas por vivienda), dividido por entre el consumo en condición de confort, da una idea de qué tan lejos está la familia del confort térmico en su vivienda. Esto está relacionado tanto con el precio del combustible disponible en la zona, como con la zona climática en que se encuentra. Así, se puede observar que en las zonas del sur de Chile, los indicadores son más elevados. Esto está correlacionado con la disponibilidad en estas zonas de combustibles de menor costo (leña o Gas Natural (GN) en el caso de Punta Arenas).

Considerando que en este segmento existe la posibilidad económica de calefaccionar el hogar, se considerará relevante como mercado aquellas viviendas que utilizan calefacción (ver Tabla 4). Utilizando estadísticas de la encuesta CASEN (2011), se estima que estas viviendas corresponden a un universo de 1.635.872.



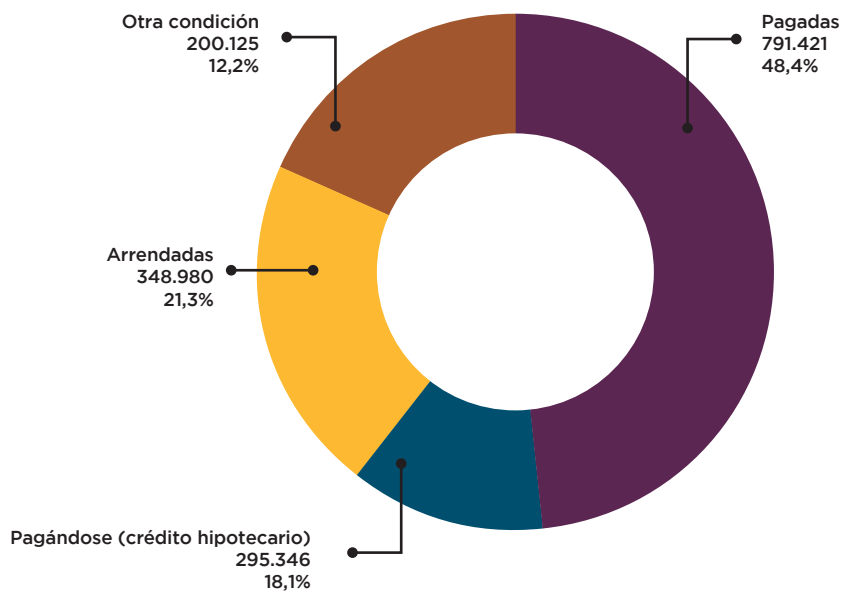
2.5 PROPIEDAD DE LA VIVIENDA

El grupo meta de interés se considerará compuesto sólo de viviendas que están siendo pagadas o han sido pagadas. Esto dado que al intervenir viviendas en arriendo o en otra situación de ocupación se generarían problemas de agente-principal, al no ser los dueños los beneficiarios de las medidas de reacondicionamiento térmico.

Siguiendo este argumento, se desagregan las poco más de 1,6 millones de viviendas, según lo muestra la gráfica siguiente en: un 48,4% (791.421) están pagadas, 18,1% (295.346) se están pagando con crédito hipotecario; 21,3% (348.980) son arrendadas y 12,2% (200.125) habitan la vivienda en otra condición (con sus padres, herencia no regularizada, etc.).

Será este grupo de 1.086.767 viviendas (es decir, las viviendas pagadas o que se están pagando) el grupo relevante para la aplicación de un Programa de Reacondicionamiento Térmico en sectores medio y medio alto en Chile, lo que representan cerca del 20% del total de viviendas existentes en el país.

FIGURA 3: Desagregación según tipo de propiedad



Fuente: Elaboración Propia.



3

¿Qué barreras e incentivos se necesitan para la adopción de medidas de EE a nivel de hogar en sectores socioeconómicos medios y altos de Chile?



3 ¿QUÉ BARRERAS E INCENTIVOS SE NECESITAN PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS DE EE A NIVEL DE HOGAR EN SECTORES SOCIOECONÓMICOS MEDIOS Y ALTOS DE CHILE?

Para efectos de conocer el interés de los propietarios que residen en su vivienda para invertir en acondicionamiento térmico e identificar las condiciones financieras y operativas para llevar a cabo este tipo de programas, se realizó una encuesta presencial en cinco comunas del país³⁰ enfocada en los niveles socioeconómicos de interés. En esta encuesta se indagó sobre (i) la percepción de temperatura y (ii) las barreras y la disposición a pagar por actividades de reacondicionamiento, así como otros temas.

El objetivo de esta encuesta fue obtener información clave sobre el interés y las barreras a programas de reacondicionamiento percibidas por este grupo de la población y que permitirán justificar y definir un mecanismo de programa ad-hoc al público objetivo. Las encuestas se desarrollaron en 5 comunas del país, buscando cubrir comunas urbanas de distintas zonas climáticas del país y que representasen a aquellas zonas geográficas de interés dados los hallazgos de la sección de caracterización.

La distribución de la muestra es la siguiente:

TABLA 11: Distribución de la muestra por comuna

ZONA TERMICA	COMUNA	Nº CASOS
3	LAS CONDES	50
	ÑUÑO A	50
4	CONCEPCIÓN	50
5	TEMUCO	50
6	PUERTO MONTT	50
MUESTRA TOTAL		250

Fuente: Elaboración propia

Las encuestas se desarrollaron en hogares donde el encuestado aseveraba que algún miembro del hogar *era dueño de esta vivienda*. A partir de este momento, la vivienda era elegible para continuar con el resto del cuestionario.

A continuación se presentan algunos de los resultados que permiten definir con mayor precisión las necesidades a ser atendidas a través de un programa de reacondicionamiento.

3.1 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA VIVIENDA.

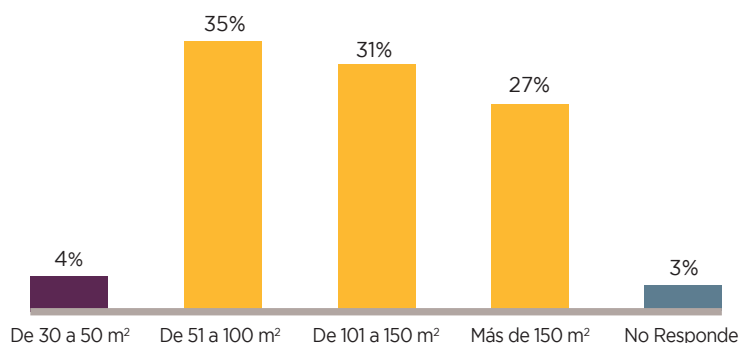
De los resultados de la encuesta es posible indicar que en las viviendas encuestadas, la proyección de permanencia en la vivienda es alto: Más del 50% declara que planea vivir en esta casa toda su vida y el 18% proyecta habitar la vivienda por al menos los próximos cinco años. Esto indica que la barrera de cambio de vivienda no debería ser considerada una barrera para un Programa de Mejoramiento de Vivienda, pues se observa un alto nivel de permanencia esperada.

Adicionalmente, se consultó respecto a las dimensiones de la vivienda, el 66% presenta una dimensión entre 51 y 150 m², el 27% declara un dimensión mayor a 150 m² y un 7% es considerado sin respuesta o fuera del rango mínimo para una vivienda del segmento objetivo.

³⁰ La elección de estas comunas se hizo en conjunto con la contraparte técnica del estudio, buscándose encuestar comunas urbanas de distintas zonas geográficas y climáticas del país y que tuviesen una cantidad alta de habitantes.

FIGURA 4: Dimensión aproximada de la vivienda en m².

¿CUÁNTOS METROS CUADRADOS TIENE LA VIVIENDA?

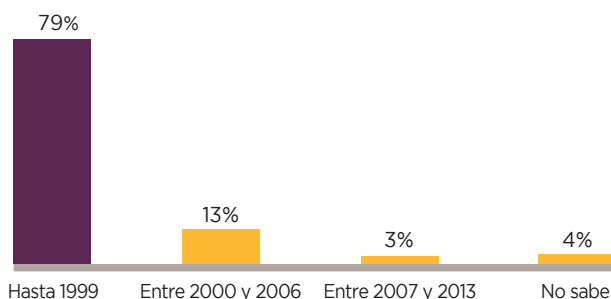


Fuente: Elaboración propia

Respecto al año de construcción, el 79% de las viviendas se construyeron antes de la entrada en vigencia y aplicación de la primera reglamentación térmica del MINVU (año 2000); es decir, que en su gran mayoría son viviendas construidas sin mayores estándares de aislación en el total de viviendas de las comunas del estudio. Por otro lado, el 13% de las viviendas se puede considerar que incluyen aislación térmica de la techumbre por estar construidas entre 2000-2006 y sólo el 3% debiera cumplir con la reglamentación térmica de muros, techos y pisos ventilados, ya que se construyeron después del 2007.

FIGURA 5: Año de construcción de la vivienda

¿EN QUÉ AÑO FUE CONSTRUIDA ESTA VIVIENDA?



Fuente: Elaboración propia

Respecto de la composición del hogar y la vivienda, los encuestados declararon que:

- En el 85% de los casos tienen entre dos y cinco miembros.
- En el 66,4% de los casos, no tienen menores de 10 años.
- En el 61% no tienen adultos mayores.
- El 68% tienen entre tres y cuatro dormitorios exclusivos para dormir.

3.2 PERCEPCIÓN DE TEMPERATURA Y USO DE ENERGIA

Se indagó sobre (i) la percepción de las temperaturas en invierno y verano. Esto permite conocer qué piensan los miembros del grupo meta sobre su confort térmico. Como resultado se obtuvo que predomina la percepción de una vivienda muy fría en los meses de invierno. La escala propuesta para esta pregunta iba desde Muy fría (1) hasta (5) Muy calurosa. Ninguna respuesta sobrepasó el umbral del 3 (Agradable). A continuación se muestra el detalle de las respuestas.

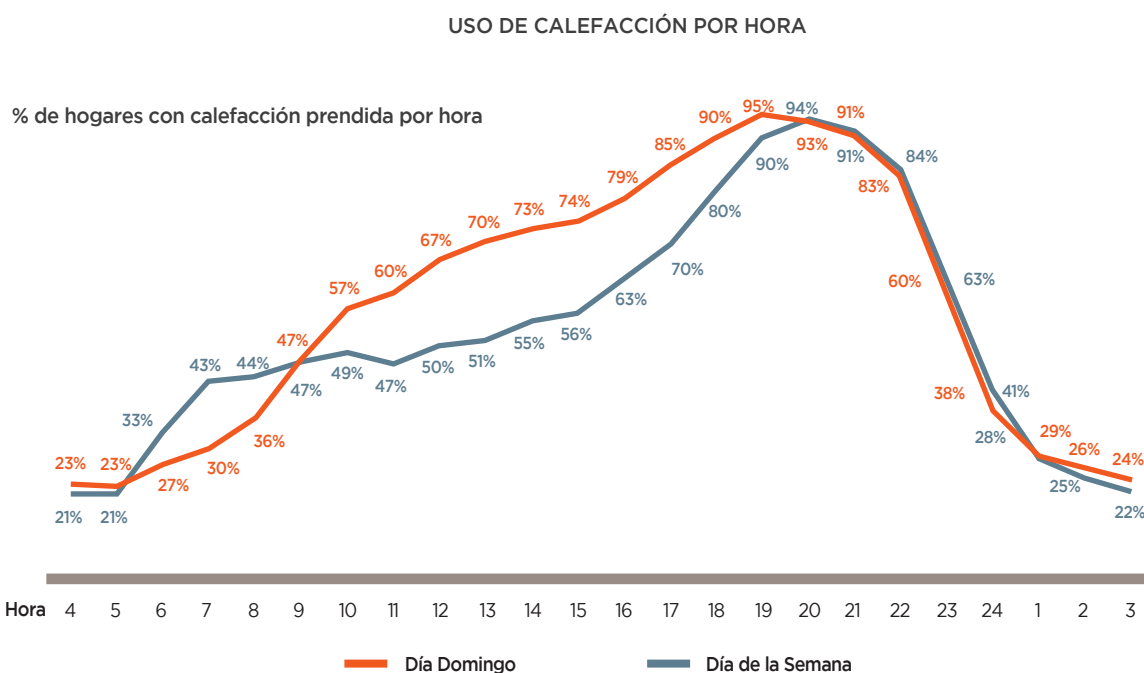
TABLA 12: Percepción de la temperatura interior de su vivienda sin utilizar calefacción

¿Durante los meses de invierno, cuál de estas frases cree Ud. ejemplifica mejor la temperatura al interior de su vivienda?		
	DURANTE EL DIA	DURANTE LA NOCHE
Muy fría	48%	53%
Un poco fría	36%	32%
Agradable	15%	14%

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados son armónicos con los altos promedios de utilización de la calefacción en invierno, el cual es de 14 horas en día domingo y 13 horas en días de semana.

FIGURA 6: Distribución del uso de calefacción por hora en día de semana y domingo



Fuente: Elaboración propia

Un proceso de reacondicionamiento exitoso debería lograr que este porcentaje se redujera, permitiendo a la vivienda mantener temperaturas agradables con menores niveles de energía para calefacción.

A pesar de que este estudio no analizó en detalle el efecto de refrigeración, sí se indagó sobre la percepción de temperaturas en verano y el uso de energía para refrigeración. Así es posible constatar que cerca de un 40% de los encuestados considera que su vivienda es un poco calurosa o muy calurosa durante los meses de verano.

TABLA 13: Percepción de la temperatura interior de la vivienda en verano

¿Durante los meses de verano cuál de estas frases cree Ud. ejemplifica mejor la temperatura al interior de su vivienda?					
	Muy fría	Un poco fría	Agradable	Un poco caluroso	Muy caluroso
Durante el día	0,5%	6,8%	56%	26%	10%
Durante la noche	1,2%	8,8%	68%	17,2%	4,8%

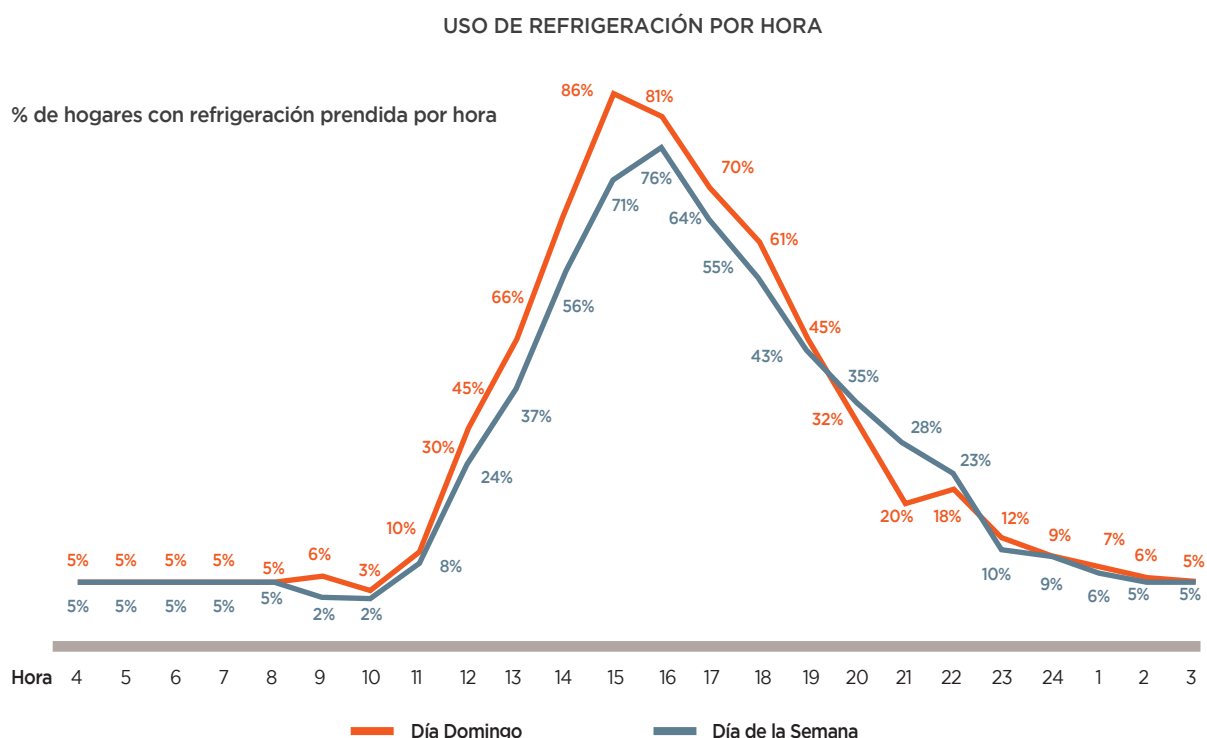
Fuente: Elaboración propia

Correlacionado con estos niveles de percepción, se observa una utilización no despreciable de equipos de refrigeración. Mientras un 30% de los encuestados utilizan ventiladores, un 7% utiliza aires acondicionados y un 2% sistema central de aire acondicionado.

Durante los meses de verano, la refrigeración de la vivienda (ventiladores) es utilizada en promedio durante 7 horas en día domingo y 6 horas en días de semana.



FIGURA 7: Distribución del uso de refrigeración por hora en día de semana y domingo



Fuente: Elaboración propia

Es importante notar que estas ciudades se ubican en el centro sur del país, por lo que el estudio permite identificar que los problemas de sobrecalentamiento deben ser considerados igualmente durante el proceso de diseño de las alternativas de mejora de la vivienda y de ser posible en el cálculo de beneficios de un proceso de reacondicionamiento.

3.3 DISPOSICIÓN A PAGAR, BARRERAS E INCENTIVOS

Esta es la sección principal de la encuesta y fue diseñada para evaluar la disposición a pagar por acondicionar térmicamente una vivienda y conocer las justificaciones/motivos y barreras para realizar dicho acondicionamiento.

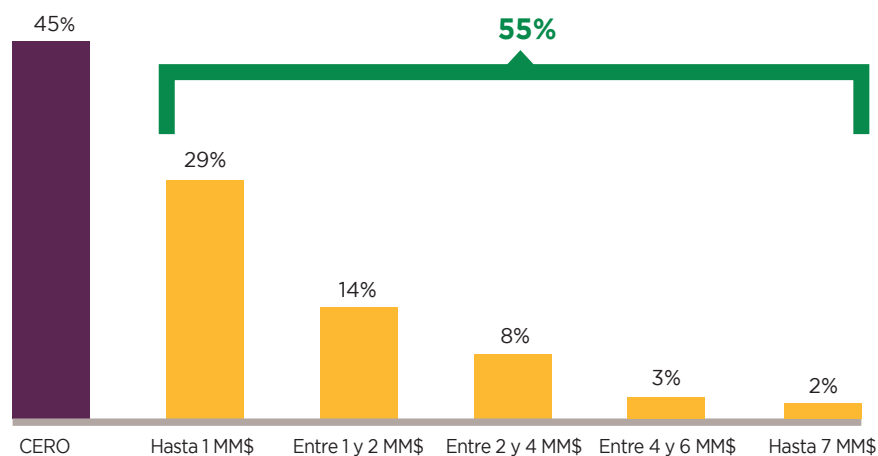
Al inicio de la aplicación de la sección, al encuestado se le introduce en el tema con la siguiente definición de acondicionamiento térmico:

“Acondicionar térmicamente la vivienda son todas aquellas soluciones, métodos y/o materiales que permiten disminuir el consumo energético (ahorrar energía) y aumentar el confort térmico de los integrantes de una vivienda. Entre estas medidas están el aislamiento del techo, de los muros, el piso así como el mejoramiento de ventanas. Una casa bien acondicionada podría llegar a reducir su consumo de energía hasta un 40 o 50%. Para realizar estos trabajos es necesario cierto grado de inversión y es sobre eso que le quisiera hacer las próximas preguntas”.

La primera pregunta de la sección, corresponde a la disposición a pagar en acondicionar térmicamente la vivienda. Aquí el 55% de los encuestados expresan una disposición favorable a invertir en acondicionamiento térmico residencial.

FIGURA 8: Disposición a invertir en acondicionamiento térmico

¿CUÁNTO SERÍA LO MÁXIMO QUE ESTARÍA DISPUESTO A GASTAR (INVERTIR) EN MEJORAR SU VIVIENDA (EN AISLACIÓN DE MUROS Y TECHOS, MEJORA DE PUERTAS Y VENTANAS) PARA NO PASAR FRÍO EL PRÓXIMO INVIERNO?



Fuente: Elaboración propia

De este grupo, en relación al monto de la inversión, un 29% declara disposición de gasto de hasta un millón de pesos; un 14% entre uno y dos millones; y un 8% entre dos y cuatro millones. El promedio aproximado de inversión alcanza 2,2 millones.

Del grupo de personas que no están interesados en invertir, un 43% indica que sus viviendas no requieren modificaciones.

TABLA 14: Razones para no invertir en acondicionamiento térmico

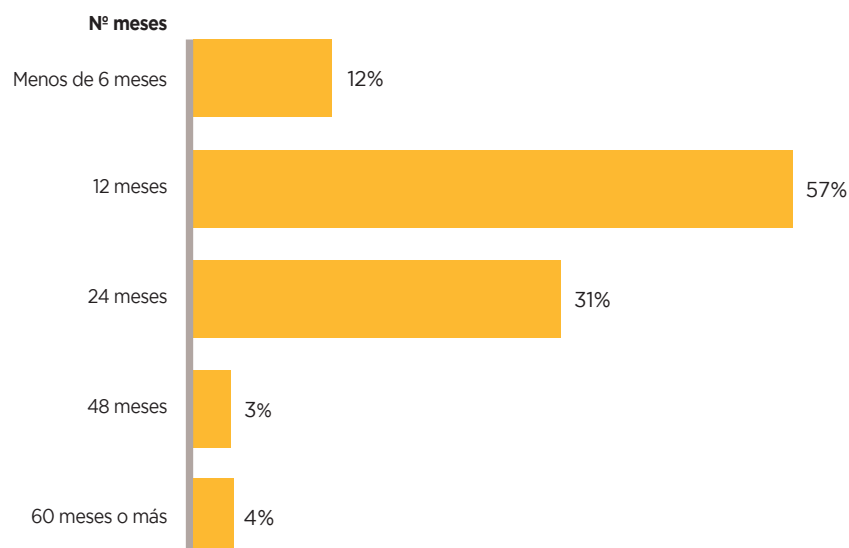
¿Por qué razón no estaría dispuesto a pagar o invertir para mejorar su vivienda?	
Razones	Porcentaje
Su casa está bien, no pasa frío en invierno ni calor en verano	43%
No tiene dinero disponible para invertir	23%
Tiene otras prioridades de gasto	19%
No gasta mucho en energía	4%
Otras razones	10%

Fuente: Elaboración propia

Entre aquellos dispuestos a invertir, se indagó sobre el mecanismo de financiamiento y un 55% de los encuestados declara que financiaría esta inversión con recursos propios mientras un 45% estaría dispuesto a financiar el acondicionamiento térmico de sus viviendas a través de un crédito especial. Para este segmento que estaría dispuesto a tomar un crédito, el 80% de las preferencias se encuentran en períodos de deuda entre 12 y 24 meses.

FIGURA 9: Plazo del crédito para acondicionamiento térmico

¿A QUÉ PLAZO TOMARÍA UD. EL CRÉDITO?
Muestra: Sólo los que están dispuestos a invertir a través de un crédito especial



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se procedió a indagar, entre aquellos interesados en reacondicionamiento, sobre las principales razones para acondicionar térmicamente la vivienda. Las tres razones principales son (i) no pasar frío en invierno, (ii) pagar menos en calefacción y (iii) disminuir la humedad de la vivienda. Esto permite definir los temas que - durante la promoción del programa - deberían ser enfatizados por un programa de reacondicionamiento térmico, pues los tres constituyen beneficios directos de un proceso de reacondicionamiento a nivel de vivienda.



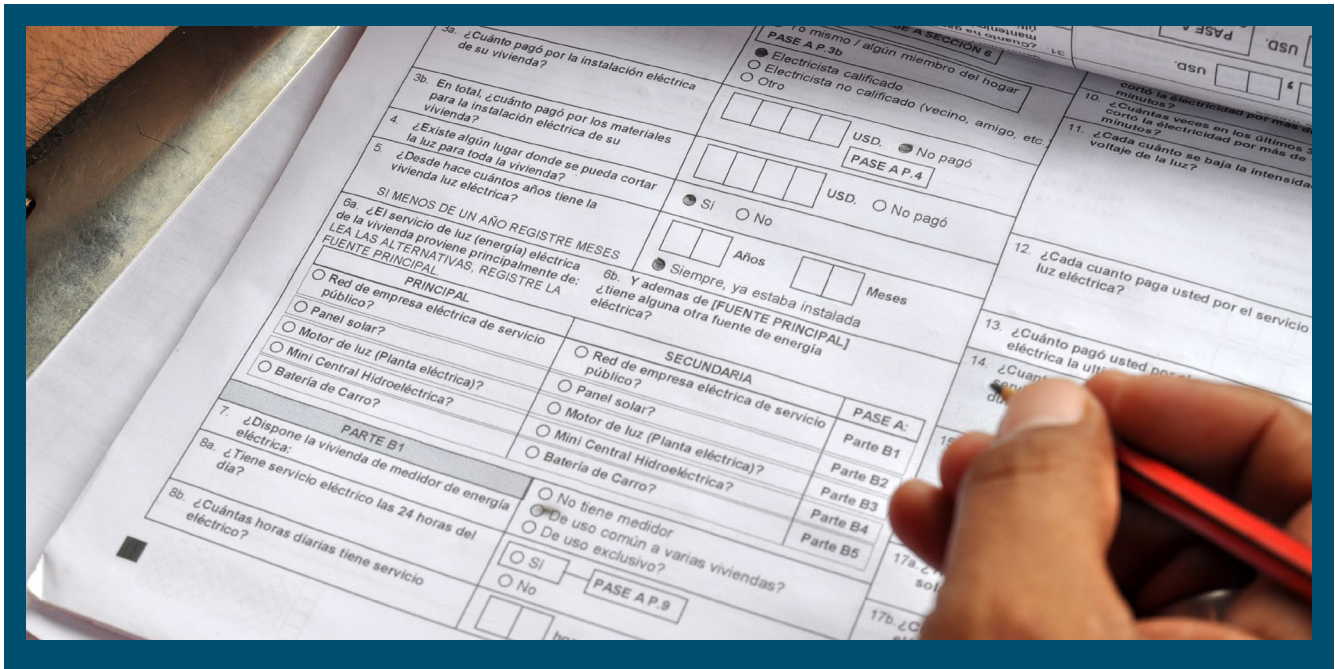


FIGURA 10: Principales razones para realizar acondicionamiento térmico

**¿CUÁLES SON PARA USTED LAS DOS PRINCIPALES RAZONES PARA REALIZAR MEJORAS TÉRMICAS EN SU VIVIENDA?
(Respuesta Múltiple)**

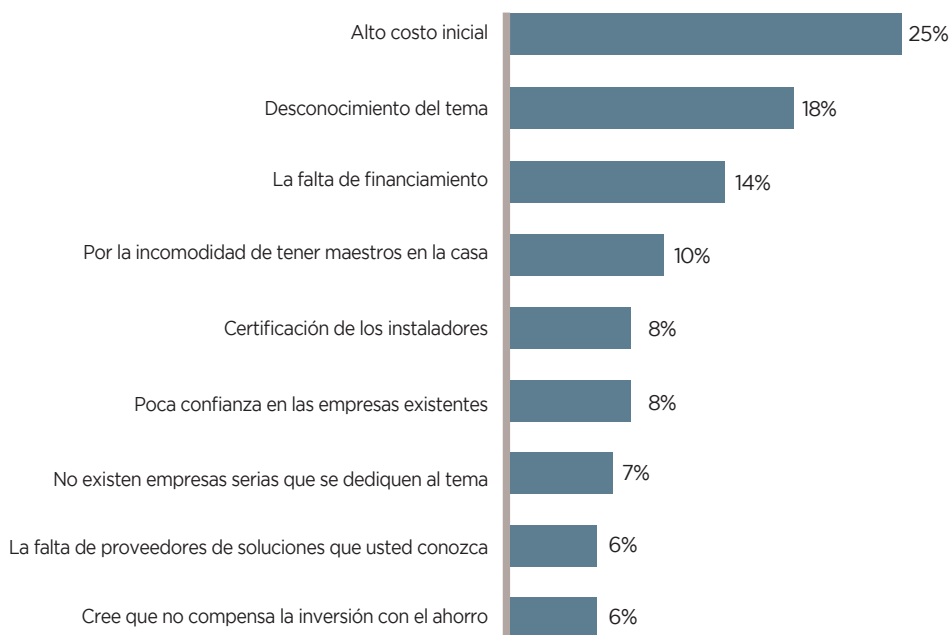


Fuente: Elaboración propia

Se indagó igualmente - entre todos los encuestados - sobre la percepción de las principales barreras para acondicionar la vivienda, las cuales pueden ser clasificadas en tres grupos: (i) Financiamiento: ya sea porque se estima que implica un alto costo o porque no existe financiamiento; (ii) Información, desconocimiento del tema y (iii) Temas operacionales, relacionados con la incomodidad de tener maestros o preocupación por su nivel de calificación. Los resultados se observan en la siguiente figura:

FIGURA 11: Principales barreras para realizar acondicionamiento térmico

**PRINCIPALES BARRERAS PARA REALIZAR EN SU VIVIENDA UNA MEJORA EN EL ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN RESIDENCIAL
(Respuesta Múltiple reponderada)**



Fuente: Elaboración propia

En relación al tema de información, se indagó sobre la percepción de contar con un sello o etiqueta que informe el consumo de energía en el momento de la compra de una vivienda: Un 83% de los encuestados lo consideran importante o muy importante. Esto se tomará como referencia en el diseño del mecanismo operativo de un programa de reacondicionamiento.

TABLA 15: Importancia de un sello gubernamental sobre consumo energético de vivienda

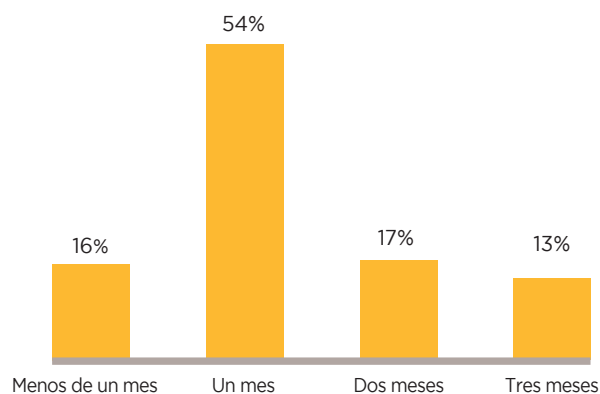
<i>¿Cuán importante es para usted que el gobierno tenga una etiqueta o sello que indique el consumo de energía de una vivienda cuando se va a comprar una?</i>				
	Muy importante	Importante	Indiferente	Nada importante
Porcentaje	43%	40%	13%	4%

Fuente: Elaboración propia

Por último la encuesta abordó temas operacionales. En relación a la duración esperada de los trabajos, se tiene que más de la mitad estaría dispuesto a tener trabajadores en su vivienda como máximo un mes; un 17% hasta dos meses; y sólo un 13% hasta tres meses.

FIGURA 12: Tiempo máximo para realizar los trabajos de acondicionamiento térmico

PENSANDO EN LOS TRABAJOS QUE HABRÍA QUE HACER PARA MEJORAR SU VIVIENDA, ¿CUÁNTOS MESES ES EL TIEMPO MÁXIMO QUE USTED ESTARÍA DISPUESTO A ESPERAR HASTA TENER LA OBRA O LOS TRABAJOS TERMINADOS (Muestra: Total de hogares que están dispuestos a invertir)

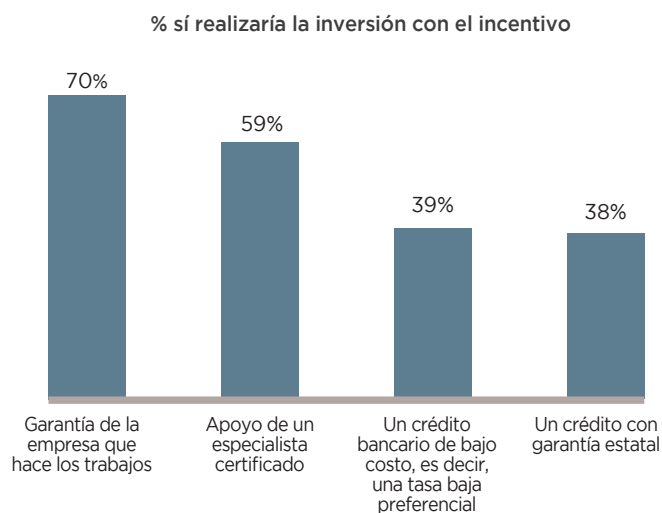


Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los principales incentivos que los usuarios consideran importantes para invertir en acondicionamiento térmico se relacionan directamente con las condiciones operacionales de los trabajos, es decir, el contar con garantías a los trabajos y con el apoyo de especialistas certificados. Los incentivos financieros aparecen en segundo grado de importancia.

FIGURA 13: Valoración de incentivos para realizar acondicionamiento térmico

¿CON CUÁL O CUÁLES DE LOS SIGUIENTES INCENTIVOS USTED REALIZARÍA ALGUNA INVERSIÓN EN ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO (MEJORAS VENTANAS, MUROS, TECHO Y/O PISOS) DE SU VIVIENDA?



Fuente: Elaboración propia





4 ¿Cuáles son las medidas de EE que en estos sectores deberían promoverse?

4 ¿CUÁLES SON LAS MEDIDAS DE EE QUE EN ESTOS SECTORES DEBERÍAN PROMOVERSE?

Dos factores claves se establecieron al momento de definir las medidas a evaluar en el marco de un programa de reacondicionamiento térmico.

El primero es asegurar que las medidas propuestas (i) pasen a formar parte del inmueble y no sean apropiables por personas y (ii) sean las adecuadas desde el punto de vista económico y financiero.

Para definir los paquetes de medidas a incluir en un programa de reacondicionamiento térmico, se clasificaron las medidas individuales en dos grupos: (i) medidas enfocadas al reacondicionamiento térmico de la envolvente y (ii) medidas vinculadas a artefactos de calefacción eficientes. A fin de acotar el universo de medidas a evaluar se tomó como base las medidas de EE en viviendas propuestas en el estudio de Curva de Conservación de la Energía para el sector Residencial, MINENERGIA, 2010³¹, lo cual permitió estimar que las medidas más rentables potencialmente serían:

Medidas de Envolvente

- Aislación de techo: a partir de la primera zona térmica.
- Aislación de muros: a partir de la segunda zona térmica.
- Cambio a ventanas de Doble Vidriado Hermético (DVH): a partir de la tercera zona térmica.

Medidas de Artefactos

- Calefactores a leña de alta eficiencia, a partir de la zona térmica 2 y en las zonas donde se permita su uso.
- Calefactores y caldera a pellets a partir de la zona térmica 2.
- Bombas de calor de flujo refrigerante variable a partir de la zona térmica 3.

TABLA 16: Medidas viables a evaluar para programa de reacondicionamiento de viviendas

	ENVOLVENTE			EQUIPOS				
	Aislación Techo	Aislación Muro (5 y 10 cm)	Doble Vidrio	Calef. Leña Alta Ef	Calef. Pellet	Caldera Pellet	Bomba Calor Inverter	Caldera Condensación
ZT1	ok							
ZT2	ok	ok		ok	ok	ok		
ZT3	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
ZT4	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
ZT5	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
ZT6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
ZT7	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Fuente: Elaboración propia

³¹ Las medidas de envolvente y de artefactos fueron actualizadas en términos de costos de operación y de inversión para viviendas construidas antes del 2000, de forma de identificar la rentabilidad de implementarlas en programas de reacondicionamiento.

Es importante destacar en relación a este último punto que esto **permite asegurar una mejor utilización de los recursos energéticos, pues implica operar sistemas de calefacción eficientes en viviendas ya aisladas y que poseen, por ende, una menor demanda térmica**³².

Los paquetes de medidas quedan conformados por:

Paquetes de Medidas de Calefacción

Paquetes para viviendas unifamiliares (casas aislada, pareada y fila)

- Paquete 1: Aislación de techo
- Paquete 2: Aislación de techo y muro
- Paquete 3: Aislación de techo, muro y DVH
- Paquete 4: Calefactor a pellet en vivienda ya aislada (aislación de techo y muro³³)
- Paquete 5: Bomba de calor con inverter en vivienda ya aislada (aislación de techo y muro)

Paquetes para viviendas multifamiliares (departamentos)

- Paquete 6: Aislación de muro
- Paquete 7: Aislación de muro y DVH
- Paquete 8: Bomba de calor con inverter en vivienda ya aislada (aislación de muro)

4.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE PAQUETES DE MEDIDAS

Una vez determinados los paquetes desde el punto de vista técnico, se procedió a estimar sus indicadores de bondad económica y financiera. Estos indicadores fueron utilizados para definir la prioridad de los paquetes en el marco de este programa. Algunos de los supuestos relevantes para el cálculo de las estimaciones están en el Anexo I.

Etapas 1: Evaluación Económica

Se consideran inicialmente sólo las medidas que parecen como atractivas del punto de vista Económico – Social, es decir aquellas medidas con Tasa Interna de Retorno (TIR) por sobre el 6% (punto de corte social). Las cercanas a este valor se analizan en forma particular. La Tabla 17 muestra un resumen de los resultados de la evaluación económica para las medidas de la envolvente³⁴ y los rangos de la TIR para las diferentes condiciones consideradas en los cálculos.

³² De esta forma, en el caso de la evaluación de artefactos de calefacción, el caso base corresponde a viviendas ya aisladas térmicamente. En el caso de viviendas unifamiliares, se considera aislación de muro y techo, y en el caso de viviendas multifamiliares (departamentos), se considera sólo aislación de muros.

³³ Se establece como condición base la vivienda ya aislada, es decir, que se deben priorizar las medidas de disminución de la demanda energética de la vivienda previo a las modificaciones tecnológicas de calefacción. Sin embargo, se consideran aquellas medidas de aislación más costo-efectivas.

³⁴ Para cada zona se ha considerado el combustible típico, debido a que será relativamente difícil evaluar rigurosamente este aspecto. Sin embargo, se puede ver que las diferencias no son significativas. En efecto, por ejemplo para la zona 4, hay un porcentaje que utiliza combustibles caros (electricidad, GLP, kerosene); sin embargo, las TIR para esos casos serían similares a los indicados para las zonas Z2 y Z3, las cuales también tienen TIR atractivos. El único caso que presenta discrepancias importantes es el calefactor a pellet de alta eficiencia para la zona 2 y 3, donde sólo es rentable en los casos que se utiliza electricidad y es no rentable para el GLP y kerosene. En ese caso se decidió no considerar esta opción, ya que el GLP y kerosene son más masivos.

TABLA 17: Valores de la TIR (%) para las medidas de envolvente en la evaluación social

ZONA TÉRMICA	Z1	Z2, Z3	Z4	Z5, Z6, Z7
Combustible base	Ele.	Ele. - GLP- Ker.	Leña	Leña
Medida				
Aislación de techo	28 a 38	42 a 53	243 a 271	319 a 358
Aislación de techo más muro (5 o 10 cm)	9 a 10	16 a 19	44 a 70	62 a 82
Aislación de techo + aislación de muro + DVH	5 a 7	11 a 14	34 a 45	47 a 54
Muro (sólo dpto.)	6	13	No aplica	No aplica
Muro + DVH (sólo dpto.)	-4	4	No aplica	No aplica
Calefactor a pellet de alta eficiencia.		-22 a 15	71 a 142	79 a 142
Bombas de calor de flujo de refrigerante variable.		7 a 11	34 a 51	44 a 65

Notas:

- Las medidas de Calefactor a pellet de alta eficiencia y de bomba de calor ya consideran que se ha realizado previamente la aislación del techo y de los muros.
- Para la aislación del techo se consideró la opción de 5 cm de espesor.
- PA: Punta Arenas.
- Los resultados para la Z7, no incluyen Punta Arenas que se trata aparte por la disponibilidad de gas natural a bajo costo.

Fuente: Elaboración propia

Todas las medidas seleccionadas tienen una alta rentabilidad del punto de vista económico (social), por tanto para el país estas medidas generan beneficios y bajo este prisma al Estado debe interesarle promover estos paquetes. Ahora bien, dada la limitación de recursos, se deberá priorizar por las más rentables económicamente según la zona térmica.

Etapa 2: Evaluación financiera.

Los resultados de los análisis económicos se superponen a los resultados de la evaluación financiera, para analizar el comportamiento de los paquetes de medidas considerando ambos indicadores.

La Tabla 18 siguiente muestra las TIR para la evaluación Financiera.

TABLA 18: Valores de la TIR [%] para las medidas de envolvente en la evaluación financiera

ZONA TÉRMICA	Z1	Z2, Z3	Z4	Z5, Z6, Z7	PA
Combustible base	Ele.	Ele. - GLP- Ker.	Leña	Leña	GN
Medida					
Aislación de techo	22 a 27	31 a 38	47 a 49	40 a 61	31 a 40
Aislación de techo más muro (5 o 10 cm)	6 a 8	13 a 15	14 a 17	17 a 19	9 a 10
Aislación de techo + aislación de muro + DVH ³⁵	3 a 5	9 a 12	10 a 12	13 a 15	6 a 7
Muro (sólo depto.)	5	10			10
Muro + DVH (sólo dpto.)	-5	3			2
Calefactor a pellet de alta eficiencia.		10 a 16	Fr	Fr	No aplica
Bombas de calor de flujo de refrigerante variable.		6 a 11	4 a 6	2 a 3	Fr

Notas:

- Fr implica que no se puede calcular la TIR, generalmente se debe a que el caso base tiene un costo de operación más bajo, luego no hay ahorros..
- PA: Punta Arenas.
- Los resultados para la Z7, no incluyen Punta Arenas que se trata aparte por la disponibilidad de gas natural a bajo costo.

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis privado se consideró una tasa de descuento del 10%, por lo que sólo los casos que se presentan en gris corresponden a los casos rentables.

Es importante destacar que en esta evaluación financiera no se consideraron costos financieros asociados a opciones de financiamiento necesarios para realizar la inversión. Será necesario reevaluar estos resultado una vez que se hayan definido condiciones de financiamiento de borde, por lo que los resultados de los indicadores variarán y los niveles de TIRs se reducirán.

Como resultado (Ver Tabla 19), se obtuvieron un grupo de medidas que tenían rentabilidad financiera y social con las cuales los privados percibirían beneficios netos positivos de realizar la inversión y por lo tanto, deberían tener incentivos para realizar dichos proyectos sin intervención del Estado. Sin embargo, cuando existen barreras o distorsiones existe una justificación para que el Estado intervenga a través de apoyos adicionales³⁶ (medidas en verde). Las medidas en amarillo requerirían de un subsidio o apoyo financiero de parte del Estado para que sean atractivas desde el punto de vista privado. Por último, los paquetes de medidas en rojo no son rentables ni social ni financieramente, bajo los parámetros de evaluación de este estudio y por lo tanto no deberían ser considerados en programas de reacondicionamiento térmicos masivos.

³⁵ En casos como aislación de techo + aislación de muro + DVH que a pesar de tener rentabilidades superiores a 10% (en la zona 5, 6 y 7 por ejemplo), no se consideran como atractivos para el privado. Esto se debe a que si bien la rentabilidad del conjunto es mayor a 10%, uno de los elementos (en este caso el DVH), tiene una rentabilidad menor que 10% y por tanto el resto de las medidas estarían subsidiando la rentabilidad del DVH.

³⁶ En el caso de los proyectos de reacondicionamiento, la encuesta realizada detecta como algunas de las principales barreras los temas de confianza en obras y procesos, y como incentivo la necesidad de garantizar obras y especialistas.

TABLA 19: Resumen de la evaluación social y financiera

ZONA TÉRMICA	Z1	Z2, Z3	Z4	Z5, Z6	Z7
Combustible base	Ele.	Ele. - GLP- Ker.	Leña	Leña	GN
Medida					
Aislación de techo	Si/Si	Si/Si	Si/Si	Si/Si	Si/Si
Aislación de techo más muro (5 o 10 cm)	Si/No	Si/Si	Si/Si	Si/Si	Si/No
Aislación de techo + aislación de muro + DVH	No/No	Si/No	Si/No	Si/No	Si/No
Muro (sólo depto.)	Si/No	Si/Si	Si/Si	Si/Si	Si/Si
Muro + DVH (sólo dpto.)	No/No	No/No	n/a	n/a	Si/No
Calefactor a pellet de alta eficiencia.	No/No	No/No ³⁷	Si/No	Si/No	No/No
Bombas de calor de flujo de refrigerante variable.	No/No	Si/No	Si/No	Si/No ³⁸	Si/No

Fuente: Elaboración propia

En cada recuadro se pone si la medida es rentable tanto social como financieramente. Por ejemplo si en la primera columna y segunda fila dice “Si/No”, eso significa que es atractivo del punto de vista social pero no es atractivo del punto de vista financiero. Para resaltar más los resultados, se marcan con color verde las alternativas que son atractivas bajo los dos puntos de vista y en amarillo, las que lo son sólo del punto de vista financiero.

4.2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PAQUETES DE MEDIDAS

Es muy importante que las intervenciones se realicen correctamente, tanto a nivel de diseño como de instalación. Para recalcar la importancia se deben asegurar algunos elementos críticos. Los principales se describen brevemente a continuación.

- a. En los casos en que se considere aislación en muros o techos se debe definir espesores mínimos a cumplir.
- b. Además es necesario asegurar el correcto diseño e instalación de la aislación térmica. Se debe asegurar que la aislación se instale en todos los elementos considerados (todos los muros exteriores por ejemplo) y que se considere un diseño libre de puentes térmicos. Esto es fundamental, pues en ningún caso se debe aceptar que una vez que se decida aislar los muros, se dejen algunos de ellos sin aislar.
- c. El diseño de la aislación debe ser tal que no existan riegos de condensación intersticial, según la norma Chilena NCh1973 Of.201³⁹. Esto implica, entre otras cosas, poner siempre barrera de vapor cuando se aísla por el interior del muro o dentro del muro o del entretecho.

³⁷ No es rentable ni social ni financieramente en el caso de combustible base GLP o kerosene, sin embargo sí resulta rentable (social y financieramente) para las zonas 2 y 3, en el caso que el combustible base sea la electricidad, debido a su alto costo respecto a los otros combustibles.

³⁸ En el caso que en la zona 5 y 6 el combustible base sea GLP, las bombas de calor con flujo refrigerante variable sí poseen buenas rentabilidades financieras debido a su mayor eficiencia versus una calefacción normal a GLP.

³⁹ NCh 1973. Of.2014. “Características higrotérmicas de los elementos y componentes de edificación - Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial - Métodos de cálculo”.

- d. Es importante mencionar que para la configuración de los paquetes se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:
- Fomentar el agrupamiento de las medidas que tengan ventajas comparativas al hacerlas en conjunto. Por ejemplo, hacer un paquete con la intervención del techo y muro, ya que hay interés de hacerlo en conjunto, tanto por parte de la empresa (instalación de obras) como de las personas para acortar el tiempo total del trabajo y disminuir los costos. Sin embargo, dado que la medida de aislación del techo es más rentable que la aislación de los muros, se provee de un paquete que contenga sólo la aislación del techo. De esta forma, se puede captar una cantidad mucho mayor de interesados debido a que es una inversión que es por sí sola rentable y de menor costo.
 - Definir una secuencia de medidas prioritarias, por ejemplo no permitir la aislación de los muros antes de haber aislado el techo. Igualmente, sólo se podrá optar a una medida de equipos de calefacción una vez que la vivienda ya haya sido mejorada a nivel de envolvente. Por lo anterior, no existe una medida de aislación sólo de muros. Esto significa que no se pueden aislar los muros si no se ha aislado previamente el techo. Lo mismo para el resto de las medidas combinadas. Si la casa ya tiene previamente instalada aislación en el techo en una cantidad igual o superior a la aislación mínima requerida por la OGUC, no es necesario intervenir nuevamente el techo. Sin embargo, en este caso se deben proveer de los medios de prueba para demostrar la existencia de aislación en el techo.
- e. Para los equipos eficientes de calefacción se deben definir algunos requisitos mínimos que aseguren su buen funcionamiento. Además, se debe exigir que todos los equipos tengan una garantía de al menos 5 años para los componentes principales.
- f. Las medidas de calefactor a pellet y de bomba de calor sólo se pueden realizar después de tener aislado al menos los muros y el techo. Esto implica que se hace en conjunto con la medida de aislación de techo y muro o que se demuestra que la aislación de muros y techo ya ha sido realizada previamente. En este caso, se considerará que se ha aislado previamente el techo y el muro cuando se demuestre que los valores de transmitancia térmica (o valor U)⁴⁰ de esos elementos cumplen con los niveles exigidos por la reglamentación térmica para la zona.

40 Según la norma NCh 853-2007 "Acondicionamiento térmico: envolvente térmica de edificios: cálculo de resistencias y transmitancias térmicas", la transmitancia térmica se define como el "flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento". Su unidad en el Sistema Métrico es $W/(m^2 K)$.





5

Diseño del programa para el reacondicionamiento térmico.



5 DISEÑO DEL PROGRAMA PARA EL REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO.

La propuesta de programa al financiamiento de medidas de EE en viviendas existentes está compuesta de dos pilares que responden a los hallazgos del análisis, reforzados por las inquietudes levantadas a través de la encuesta, a saber (i) un mecanismo financiero atractivo para que los privados reacondicionen su vivienda y (ii) un programa robusto que asegure técnicamente las intervenciones y su funcionamiento.

5.1 MECANISMO FINANCIERO

Tres opciones fueron discutidas a lo largo del estudio para generar un mecanismo financiero. Esto se basa no solamente en los resultados de la encuesta sino también se consideró relevante por: (i) los niveles de endeudamiento del segmento objetivo⁴¹, (ii) los niveles de riesgo de la población objetivo⁴² y (ii) los niveles de tasas de interés del mercado⁴³.

- a. **Mutuo Hipotecario Endosable (MHE) normado por la regulación bancaria chilena.**
- b. **Tasas de créditos de consumo preferenciales.**
- c. **Complemento Crédito Hipotecario.**

a. Mutuo Hipotecario Endosable (MHE)

Según la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras de Chile (SBIF), el MHE son préstamos que pueden otorgarse para el financiamiento de viviendas o para fines generales. En el caso que sea para financiamiento de la vivienda, los préstamos pueden otorgarse para la adquisición, ampliación, reparación o construcción de la vivienda⁴⁴, por lo que calza con los objetivos de este programa.

Se trata de un crédito que se puede obtener por un plazo mínimo de 1 año, sus recursos son de libre disposición, posee similares características de un crédito hipotecario para compra de vivienda en cuanto a bajo nivel de tasas y para el cual es necesario hipotecar o preñar la vivienda a favor del banco para que éste cubra el riesgo de no pago de la deuda.

Ventajas

- El crédito se cursa a tasas hipotecarias, es decir, a tasas con Carga Anual Equivalente⁴⁵ (CAE) del orden de 4% - 5% real anual.
- Plazos flexibles que van desde 1 a 40 años.

Desventajas

- Se debe entregar la propiedad en garantía.
- Necesita el financiamiento de gastos operacionales (estudios de títulos, tasaciones, inscripciones, gastos notariales, etc.).

41 De acuerdo a las estadísticas de la Encuesta Financiera de Hogares que realiza el Banco Central de Chile de los años 2011-2012, un 31,8% de los hogares tiene deuda hipotecaria (vivienda principal y otras propiedades) y un 65% créditos de consumo. No obstante que la decisión de la banca de financiar inversiones de EE en los hogares es función de la evaluación de la capacidad de pago de las familias, que realiza caso a caso y que entre otros factores considera ingresos, monto de la inversión y nivel de endeudamiento de las familias, es posible concluir a partir de la datos de la Encuesta Financiera de los hogares antes citada que en las familias que tienen deuda de consumo, la carga financiera representa, en promedio, 25,4% de los ingresos, lo que significa que, en promedio, están en el límite de su capacidad de endeudamiento toda vez que los expertos recomiendan que la carga financiera no sea mayor a 25%-30%.

42 En efecto, de acuerdo a la SBIF, mientras la cartera total de consumo tiene un nivel de provisiones de 4,41% (septiembre 2013) para créditos de consumo en cuotas, eliminando de la muestra los bancos de consumo, utilizados fundamentalmente por los sectores medios y bajos de la población, el nivel de provisiones cae a 3,79%.

43 Según el análisis realizado a lo largo de este estudio fue posible constatar que las condiciones de los créditos hipotecarios difieren sustancialmente de las tasas de créditos de consumo en términos de tasas y plazos. Mientras los créditos hipotecarios (otorgados en UF) y con tasas fijas presentaban tasas de interés de entre un 4,40% y un 5,70% anual, los créditos de consumo (otorgados en pesos) fluctuaban entre 2,18% y 2,60% mensual. Fuente: Boletín N°2 de Créditos de Consumo, SERNAC Financiero, Junio de 2013. En este documento se recopila una muestra de variables relevantes para la toma de decisiones de créditos de consumo de 18 instituciones, distribuidas de la siguiente manera: Bancos (15) y Cajas de Compensación (3) y Boletín N°3 de Créditos Hipotecarios, SERNAC Financiero, Junio de 2013. En este documento se recopila una muestra de variables relevantes para la toma de decisiones de créditos hipotecarios de 42 instituciones entre: Bancos, Agentes Administradores, Cajas de Compensación y Cooperativas de Ahorro y Crédito.

44 http://www.sbif.cl/sbifweb3/internet/archivos/norma_180_1.pdf

45 La Carga Anual Equivalente (CAE) es un indicador que ha introducido la Ley 20.555 sobre Sernac Financiero, que permite la comparación entre las distintas alternativas que ofrecen los proveedores de productos o servicios financieros. La CAE incluye todos los gastos y costos del crédito y los expresa en un solo porcentaje que permite compararlo con otras empresas que ofrecen el mismo crédito.

Los gastos de un crédito hipotecario de fines generales para familias que ya han pagado su casa y la deben volver a hipotecar por un monto de unos CLP\$2.200.000⁴⁶ (aprox. US\$3.500). Estos gastos comprenden: Tasación, estudio de títulos, gastos legales, gastos notariales, impuesto de timbres y estampillas e inscripción en el conservador de bienes raíces.

Se estima complejo que las familias hipotequen el inmueble para acceder a mejores condiciones de tasa de los créditos hipotecarios. Esta barrera entre otros dependería de: a) la percepción del beneficiario de las ventajas de reducción de tasa (crédito de consumo a hipotecario), en comparación con el riesgo hipotecario; b) el monto de crédito para EE que se solicita en comparación con el valor de la vivienda, ingresos del beneficiario, etc y c) el costo en términos administrativos para solicitar y aprobar un crédito de estas características.

Una opción para incentivar el uso de este mecanismo, puede ser el subsidio de los gastos operacionales por parte del Estado.

b Créditos de consumo con tasa preferencial o menor a las alternativas de mercado vigentes.

Dado que las tasas de créditos de consumo son substancialmente mayores a las de otros productos como créditos hipotecarios se proponen dos alternativas para reducir los CAE de estos créditos, a saber:

- i. Un Fondo de Garantía que cubra el riesgo de no pago, el que se podría constituir con aportes de algún organismo internacional como el BID, o bien de un organismo de Gobierno como la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). A mayor abundamiento, se trataría de un Fondo de Garantía del tipo a los existentes en Chile para la Pequeña y Mediana Empresa (PyME), como lo son el Fondo de Garantía para el Pequeño Empresario (FOGAPE) administrado por CORFO y el Fondo de Garantía CORFO para Inversión y Capital de Trabajo.
- ii. Un programa de la banca de segundo piso o un programa de fondeo (*funding*) de algún organismo multilateral a bancos nacionales, de modo que pueda existir un traspaso (*pass through*) del menor costo de fondos de éstos en comparación con el costo del fondeo local.

Para los bancos, en los créditos de consumo, no debería ser complejo introducir mecanismos de entrega de recursos y de fiscalización asociados a revisión de presupuestos, desembolsos de recursos (estados de pago) contra cumplimiento de hitos, etc. Esto permitiría tener un mecanismo flexible que permita controlar los riesgos asociados en los comportamientos entre los actores que participarían de este programa, a saber, calificador energético-instalador-propietario, como por ejemplo: evitar el sobre endeudamiento, la utilización de los recursos para otros fines y las estafas de parte de los instaladores.

Ventajas de la creación de un fondo de garantía

- La creación de un fondo de garantía, por definición, permite que el volumen total de créditos a garantizar sea mayor al monto de capital con el cual se constituye (apalancamiento). Se estima que un fondo de este tipo puede permitir un apalancamiento de 8 a 10 veces el patrimonio del fondo⁴⁷.
- Las plataformas comerciales permiten acomodar fácilmente una línea de crédito o productos estructurados para EE a su actual oferta de productos, en especial en lo relativo a plazos, tasas de interés, mecanismos de postulación, etc.

⁴⁶ Valor referencial.

⁴⁷ Se estima que el porcentaje de riesgo de no pago de créditos de consumo en países como Chile es inferior a 5%.

Desventajas de la creación de un fondo de garantía

- En principio, los diseños de este tipo no permiten asegurar una baja de tasas importante. En Chile no existe una evidencia robusta – a través de técnicas rigurosas – que permita estimar el impacto en la reducción de las tasas de los créditos que hayan sido garantizados por los instrumentos anteriormente indicados. Sin embargo, los estudios de la experiencia de las garantías CORFO evidencian que los bancos entregan menores tasas y mayores montos de crédito, gracias a estas garantías⁴⁸.

1 Funding de organismos multilaterales a la banca nacional

Considerando que en general, con excepción de períodos en que han ocurrido crisis financieras, la banca chilena no tiene mayores problemas de fondeo tanto en el mercado nacional, en pesos y UF, ni en el mercado internacional, las ventajas de un mecanismo de este tipo son las siguientes.

- Un financiamiento estructurado en dólares permite mayor flexibilidad a la banca, en comparación con la emisión de bonos en el extranjero (principalmente en cuanto a montos, plazos y período de gracia).
- Los créditos con organismos multilaterales pueden ser de montos más bajos, ya que se pueden hacer operaciones por montos de hasta unos US\$50 millones, mientras que un programa de emisión en el extranjero es atractiva por montos por sobre los US\$300 millones, dados los costos de inscripción, elaboración de prospectos y road show, entre otros.
- Los créditos en dólares de la banca multilateral son más competitivos respecto al costo de fondos de la banca local.

Desventajas de fondeo internacional

- La deuda en moneda extranjera para ser utilizada en colocaciones en moneda nacional aumenta costo de fondos entre 40-50 punto base (pb) por operaciones de calce de monedas o swap dólar-peso (estimación preliminar para un monto referencial de unos US\$ 50 millones).
- Si las condiciones de tasas para esta alternativa fueran atractivas, sería importante definir mecanismos que aseguren un *pass through* hacia el consumidor final.

c Complemento al Crédito Hipotecario.

En términos simples, el mecanismo consiste en utilizar el porcentaje de exceso de garantía que dispone el banco en la medida que el crédito hipotecario se está pagando.

Ventajas

Es un mecanismo que actualmente funciona y que por tanto requiere ser adaptado para ser utilizado en proyectos de EE.

- El crédito se cursa a tasas hipotecarias, es decir, a tasas CAE del orden de 4% - 5% real anual.
- Es un complemento al hipotecario actual, y no necesita gastos de refinanciamiento de deuda (estudios de títulos, tasaciones, inscripciones, etc.)
- Tiene flexibilidad de plazos, los que pueden ir desde 1 a 40 años.

⁴⁸ CORFO (2014). Estudio sobre los Programas de Crédito con Garantía Estatal. Gerencia de Inversión y Financiamiento. CORFO.

Desventajas

- El monto máximo a prestar es igual al monto ya amortizado de la hipoteca. Por ejemplo, para obtener un crédito de CLP\$10 millones con un crédito hipotecario original de CLP\$100 millones, es necesario haber pagado aproximadamente 4 años de una vivienda.
- Es difícil estimar si los propietarios que estén cerca de pagar la vivienda completamente (según CASEN 2011, al 15% les faltan por pagar 5 o menos años) están dispuestos a rehipotecar su vivienda, dado que ampliarían el rango de tiempo en que ésta podría ser ejecutada por el banco en caso de no pago de la deuda.

5.2 SISTEMA OPERATIVO ROBUSTO Y FIABLE.

Independiente del mecanismo financiero que se diseñe e implemente, es necesario que éste venga acompañado de un sistema operativo robusto que genere confianza en los actores involucrados. La encuesta entrega claras señales de las necesidades de información al beneficiario final y de las garantías que deben incorporarse a lo largo del mecanismo, las cuales deben ser vistas como instrumentos adicionales y necesarios al fomento de este tipo de programas.

Es además necesario considerar que las IFs suelen tener poco conocimiento técnico en temas relacionados con tecnologías o proyectos de EE y que, por lo tanto, el sistema debe incluir en su estructura un mecanismo que permita entregar una evaluación confiable “del proyecto de EE” asociado al producto financiero para minimizar el riesgo técnico asociado.

Desde el punto de vista técnico se destacan tres elementos necesarios:

- a. Evaluación de Desempeño del Proyecto de Reacondicionamiento o “proyecto de EE”. Esto incluye el cómo y quién determina los niveles de ahorro potenciales del proyecto.**
- b. Garantía de la auditoría y evaluación. Cómo y quién evalúa/garantiza que los ahorros se cumplen**
- c. Garantía de los trabajos. Cómo y quién evalúa que la obra de reacondicionamiento haya sido implementada correctamente.**

a Evaluación de Desempeño del Proyecto de Reacondicionamiento.

Para implementar un programa basado en ahorros energéticos, es crucial contar con una herramienta que permita evaluar el desempeño (*performance*) del proyecto de reacondicionamiento. En el caso chileno, existe la Calificación Energética de Vivienda (CEV)⁴⁹, herramienta desarrollada para evaluar el desempeño de una vivienda nueva y que entrega una calificación basada en cálculos estándares. La CEV es desarrollada por un especialista certificado por MINVU que está capacitado para (i) proponer mejoras y (ii) estimar los ahorros a obtener con las medidas a implementar en distintos escenarios.

⁴⁹ Más información, ver: <http://calificacionenergetica.minvu.cl/>

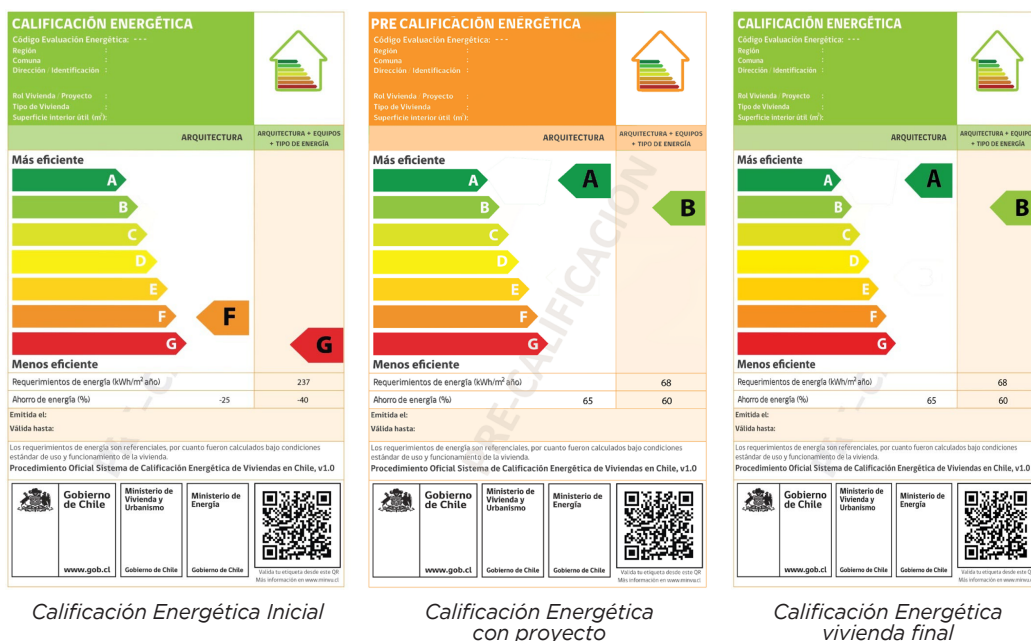
Se propone utilizar el sistema de CEV para vivienda *existente* - pronta a implementarse a nivel nacional - y que es símil al sistema de CEV de vivienda nueva, por las siguientes razones:

- i. Evalúa de manera integral el desempeño energético de la vivienda⁵⁰.
- ii. Permitir certificar los niveles de ahorro deseados a través de una herramienta oficial y de aplicación nacional.
- iii. Es una herramienta flexible, pues permite evaluar distintos niveles de mejoras a la vivienda, flexibilizando los niveles de ahorro alcanzables, lo que permitiría fijar metas de transformación del mercado por sobre la reglamentación térmica vigente.
- iv. Es de fácil comprensión para el público en general, pues indica niveles de calificación asociados a un ahorro de energía en niveles A, B, C, etc., como las etiquetas utilizadas en electrodomésticos.

El sistema de certificación funciona a través de un proceso de 3 etiquetas:

- Etiqueta Caso Base, la cual informa del rendimiento de la vivienda previo a reacondicionamiento.
- Etiqueta Proyectos, la cual indica el rendimiento de la vivienda según proyecto de reacondicionamiento deseado o previsto.
- Etiqueta Final, la cual se obtiene una vez se implementan las medidas de EE.

FIGURA 14: Etiquetas Calificación Energética



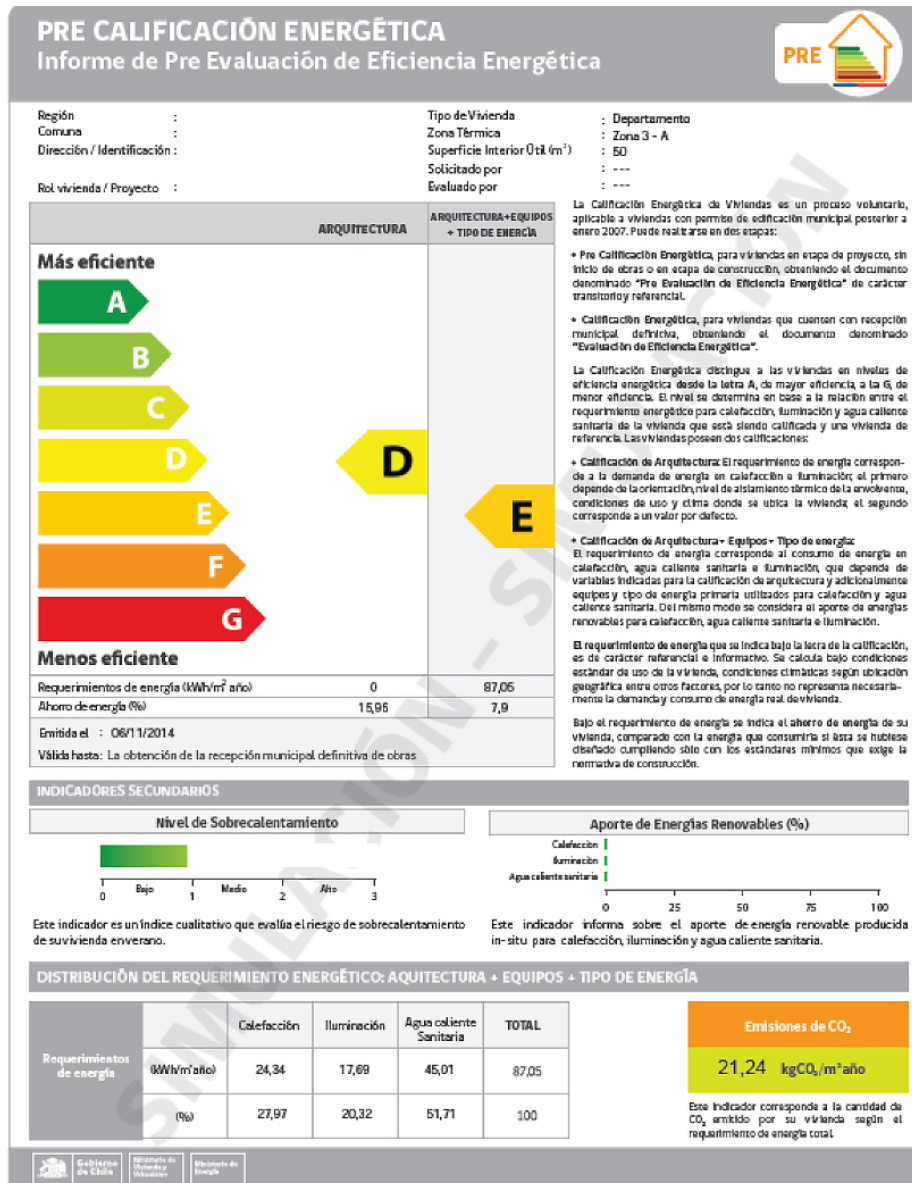
Fuente: Calificación Energética de Vivienda del MINVU (CEV)

50 La Calificación Energética de Viviendas (CEV) existente en Chile, evalúa la vivienda como un todo en forma integral incluyendo: (i) Características térmicas de la envolvente de la vivienda (muros, techos, pisos, losas ventilada, ventanas); (ii) Clima del lugar de emplazamiento; (iii) Orientación de la vivienda; (iv) Sombramiento de ventanas por la misma vivienda o por edificios vecinos u otros; (v) Eficiencia energética de los equipos de calefacción y Agua Caliente Sanitaria y (vi) Uso de energías renovables, etc.

Esta herramienta permite establecer el beneficio energético que tendría el proyecto a implementar, indicando el ahorro de energía en función del porcentaje (%) y del ahorro por m² (kWh/m²-año). Esto se reflejaría en la calificación final que se otorga a la vivienda. Como en el ejemplo indicado (ver Figura 14), pasaría de una vivienda calificación F en arquitectura, a una calificación A, con un 90% de ahorro de energía.

Una vez que se han identificado las mejoras potenciales a la vivienda, se puede obtener un (o varios) Informe de Pre-calificación de la vivienda. Ver Figura 15.

FIGURA 15: Informe de Pre-evaluación de EE



Fuente: www.calificacionenergetica.minvu.cl/



Este informe podría ser utilizado para presentar como evidencia a las IFs para el acceso al Programa.

El costo estimado de la auditoría y evaluación de la vivienda con la CEV puede fluctuar entre las 10-30UF, equivalentes a CLP\$245.000- 740.000 (US\$400-1200) aproximadamente⁵¹. Es necesario considerar que este costo puede ser una barrera de entrada al reacondicionamiento energético de una vivienda, por lo que se sugiere que los costos de la evaluación energética sean incluidos en el monto del crédito o bien se entregue un incentivo a la evaluación a través de un co-financiamiento retroactivo del costo de la auditoría.

- En caso que el crédito sea entregado y la solución implementada, el costo de la evaluación energética de la vivienda terminada puede incluirse en el crédito, o ser pagado directamente por el mandante. En este caso, como incentivo al reacondicionamiento térmico de vivienda se propone que exista un incentivo monetario retroactivo que financie parte de la evaluación energética. Al realizarlo retroactivamente se minimizan los riesgos de que una vez evaluada la vivienda el mandante decida no reacondicionar su vivienda. La calificación final servirá de prueba a la finalización del proceso de certificación.
- En caso que se desarrolle un proyecto de evaluación y no se concrete el crédito ni las mejoras, el costo tendría que ser financiado por el mandante.

b Garantía de la auditoría y evaluación.

En este esquema, los ahorros son estimados por un evaluador energético, el cual debe estar debidamente calificado. Esto con el fin de garantizar al usuario la idoneidad técnica de la auditoría y evaluación de los ahorros so pena o multa asociada.

Actualmente ya existe un mecanismo de acreditación de evaluadores energéticos, bajo responsabilidad de MINVU (Ver 5.4i). Este Evaluador Energético será el responsable de evaluar inicialmente la vivienda y ofrecer las alternativas de mejora que el propietario deberá elegir. Un contrato estándar entre el mandante y el evaluador debe dejar constancia de los derechos y deberes de las partes. Se sugiere que este contrato sea diseñado por el Programa.

c Garantía de las obras de reacondicionamiento.

Al igual que la evaluación de la auditoría, los trabajos deben ser garantizados y se debe resguardar en el programa que esta garantía se cumpla. Se recomienda existan instaladores registrados (Ver 5.4i) y que éstos entreguen sus propias garantías por los trabajos, bajo contratos estándar diseñados por el Programa y que estipulen multas en caso de no cumplimiento. Es importante contar con un mecanismo claro o un organismo que vele por el cumplimiento de las garantías.

Al final del proceso, se sugiere que el Evaluador Energético, sea quien verifique que las obras de reacondicionamiento han sido implementadas debidamente y entregue la *Calificación Energética de Vivienda Final*. Una vez esta calificación disponible se gatilla el último estado de pagos de los trabajos.

5.3 INFORMACIÓN Y DIFUSIÓN:

Será fundamental orientar los esfuerzos en sensibilizar y difundir en la población las alternativas y beneficios del reacondicionamiento térmico de viviendas, haciendo énfasis en los tres temas de mayor relevancia según los hallazgos de la encuesta (Ver Sección 3: *Qué barreras e incentivos se necesitan para la adopción de medidas de EE a nivel de hogar en sectores socioeconómicos medios y altos de Chile?*). En este contexto, junto con la difusión de los ahorros conseguibles con las soluciones en las viviendas, será importante llevar a cabo análisis detallados que permitan estimar indicadores de productividad, salud y mayor confort en las viviendas que estén reacondicionadas versus aquellas que no lo estén.

⁵¹ Es importante notar que la utilización de este instrumento implica un mayor costo que en caso de vivienda nueva, pues en vivienda existentes se debe hacer un levantamiento detallado de la vivienda.

De esta forma, se estiman necesarias las siguientes actividades:

- Campañas de difusión en terreno.
- Creación de plataformas web y guías que permitan a los propietarios conocer qué mejoras son las más apropiadas a sus viviendas, qué cubren las garantías y cómo se hacen efectivas en caso de falla o deficiencia de los trabajos, así como conocer el registro de instaladores y especialistas certificados para realizar trabajos en el marco del programa.
- Alternativamente, se puede potenciar alianzas del programa de reacondicionamiento con *retailers* proveedores de materiales, de forma de incentivarlos a ofrecer paquetes de medidas en sus locales (por ejemplo, ofrecer el servicio de ubicación de soluciones de reacondicionamiento con instaladores acreditados y descuentos especiales en los materiales).

5.4 CREACIÓN DE COMPETENCIAS Y REGISTRO.

Uno de los **aspectos críticos levantados en la encuesta** hace referencia a la calidad de las obras y las garantías de las mismas, lo que hace necesario asegurar la existencia de las competencias de los involucrados en el proceso, así como de un registro que permita informar y regular. Por ello, se discuten estos temas en un apartado adicional.

i. Creación de registros.

Para dar confianza al sistema se considera necesaria la generación de registros de profesionales certificados, manejados por alguna entidad tal como el MINVU, que asegure que los profesionales que ahí se encuentren cumplen los requisitos en términos de formación, experiencia, servicio, etc.

a. Evaluadores registrados. Un evaluador energético inscrito en registro MINVU podrá demostrar que la obra de reacondicionamiento térmico es adecuada.

Este registro ya ha sido creado y está vigente⁵². Para ser parte del registro los evaluadores deben someterse a una evaluación que califica al candidato a evaluador. Esta evaluación es gestionada y aplicada por MINVU.

b. Implementadores Registrados. Es necesaria la existencia de registros de instaladores acreditados para realizar las obras⁵³, que cumplan requerimientos tanto técnicos como administrativos para dar confianza a los usuarios.

Será fundamental contar con registros de instaladores de las distintas especialidades consideradas (calefacción, aislación de muro y techo, DVH), los cuales deberán cumplir un mínimo de requerimientos.

Será importante que los instaladores pertenecientes a estos registros utilicen los contratos estándar del programa, y en caso de incumplimiento puedan ser castigados (eliminación del registro, demandas legales).

ii. Creación de Competencias

En la actualidad, el mercado de reacondicionamiento térmico de viviendas es muy pequeño, estimación basada en las experiencias de la implementación del Programa de Protección al Patrimonio Familiar del MINVU, el cual ha enfrentado problemas al momento de obtener instaladores calificados para la instalación de aislantes en muros y techos.

El mercado de instaladores, tanto de soluciones de aislación como de doble vidriado y calefacción, está muy ligado a las empresas fabricantes y proveedoras de las soluciones, y, en gran parte, la formación de competencias depende de los talleres y cursos que estas mismas empresas se encargan de impartir a los instaladores.

⁵² Ver <http://calificacionenergetica.minvu.cl/listado-de-evaluadores-vigentes/>

⁵³ Simil a la plataforma de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) de sus instaladores calificados.

En el caso de la aislación de muros, que demostró ser una de las soluciones con los mejores retornos costo/beneficio, ha sido muy importante la labor de las empresas fabricantes. A partir del 2006 se comenzó a masificar el sistema EIFS (*Exterior Insulation and Finish System*) en viviendas nuevas por iniciativa de uno de los principales proveedores en el mercado, el cual se encargó de asistir a arquitectos especificadores en materiales, cálculo de transmitancias térmicas y aspectos de diseño. Se estima que esta empresa es uno de los proveedores con mayor participación en el mercado (60% aproximadamente), y que posee alrededor de 30 Pymes instaladoras, así como del orden de 70 instaladores en la Región Metropolitana para todos los proveedores. Esta cantidad es insuficiente si se espera un incremento del uso de este tipo de aislación, y se considera especialmente importante el desarrollo de personal capacitado en las regiones del sur del país, donde existe escasez de estos instaladores.

En el caso de las empresas dedicadas a la venta de cristales y sus subproductos, la situación es diferente. Sólo en la Región Metropolitana existen 412 empresas proveedoras, las que satisfacen ampliamente la demanda generada.

En términos de formación de capacidades, al igual que en el caso de los instaladores de sistemas de aislación, cada empresa capacita al personal en la instalación de manera genérica, velando por el cumplimiento técnico pero en ningún momento incorporan temáticas de eficiencia energética, confort térmico, patologías de instalación, puentes térmicos ni consideraciones de la materialidad de la vivienda a intervenir. Por otro lado, esta es una especialidad distinta y existe muy poca integración con las otras especialidades relevantes en el reacondicionamiento, tal como los instaladores de calefacción y los de aislación.

En relación a los sistemas de calefacción central, esto sigue la misma lógica. Las empresas importadoras de equipos normalmente capacitan y manejan registros de instaladores de sus distintos productos. En este sector es más evidente la falta de una formación integral respecto a la necesidad de calefacción de las viviendas, ya que el instalador busca ofrecer el sistema, sin considerar que para el cliente probablemente el camino óptimo sería partir aislando la vivienda. Por otro lado, normalmente factores como aislación y doble vidrio no son considerados, tendiéndose a sobredimensionar los sistemas en muchos casos.

En resumen, es necesaria una labor de generación de capacidad de trabajo que sea capaz de realizar labores de reacondicionamiento de viviendas y que posean una visión integral acerca de su comportamiento respecto a las distintas intervenciones. En este contexto, la labor de técnicos integradores tales como los calificadores energéticos es fundamental en el caso se decida llevar a cabo intervenciones que consideren más de una medida.

Se estima importante llevar a cabo las siguientes actividades:

- Talleres de capacitación y de formación de capacidades para las distintas intervenciones, preparando instaladores tanto en términos técnicos (instalación de soluciones, conceptos térmicos, etc.), como de conocimientos normativos (O.G.U.C, calificación energética).
- Establecimiento de redes de instaladores de distintas especialidades y formación en conceptos integrales de eficiencia energética en la vivienda para ellos.
- Formación de calificadores energéticos y registro de aquellos capaces de llevar a cabo proyectos integrales de reacondicionamiento, que consideren distintas especialidades.

De forma de dimensionar el tamaño de este programa, será importante estimar su penetración, estimando la cantidad de viviendas atendidas al año y, de esta manera, la cantidad de instaladores de estas soluciones.

A continuación se realiza un ejercicio estimando el requerimiento de instaladores para las distintas medidas evaluadas, considerando un escenario base de penetración de 5% sobre el grupo objetivo y un escenario optimista de un 15%:

TABLA 20: Requerimiento de instaladores en distintos escenarios

Medida	CASO BASE			CASO OPTIMISTA		
	Obras/año	Obras/año/ Instalador	Instaladores requeridos	Obras/año	Obras/año/ Instalador	Instaladores requeridos
Aislación de Techos	16.567	49	338	49.700	49	1014
Aislación de Muros	10.031	25	409	30.093	25	1228
Instaladores DVH	484	25	20	1.451	25	59
Instaladores de calefacción y AC	6.181	25	252	18.542	25	757

Fuente: Elaboración propia

En el caso de techo el requerimiento es de entre 338 y 1.014 instaladores a nivel país, y en el caso de los instaladores de soluciones de aislación exterior, el rango está entre 400 y 1.200 instaladores.

De esta forma, y siguiendo el análisis anterior, se estima una necesidad importante de instaladores de estas soluciones, en especial de sistemas de muro que requieren más *expertise* técnica. En la actualidad no se han catastrado más de 70 instaladores de acuerdo a lo descrito previamente.

En el caso del DVH, la capacidad instalada de ventaneros es capaz de absorber la mayor demanda por estas soluciones.

De la misma forma, en el caso de soluciones de calefacción, en la actualidad las empresas proveedoras de soluciones de calefacción y aire acondicionado manejan registros de instaladores de mayor número, y si bien será importante la capacitación en aspectos integrales de aislación y calefacción, se estima que será más fácil absorber una demanda en estos casos.

5.5 OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA

A continuación se describen los principales pasos que permitirán operativizar el mecanismo de solicitud de “financiamiento verde” para el reacondicionamiento de la vivienda existente.

1 El propietario de la vivienda acude a la IF a solicitar el crédito.

El interesado informa a la IF respecto a su situación financiera con lo cual obtiene una pre-aprobación del crédito. Una pre-aprobación permite reducir el riesgo de realizar la auditoría energética en la vivienda sin ser sujeto de crédito.

2 El evaluador energético confecciona proyecto de reacondicionamiento.

Luego de la firma de un contrato entre mandante y evaluador, éste realiza una visita de inspección de la vivienda, para luego proponer al mandante las soluciones de mejoramiento térmico (se sugiere al menos dos paquetes de intervención) y generar un informe de precalificación. El evaluador energético deberá entregar un presupuesto tentativo de las mejoras propuestas, para lo cual se pueden utilizar costos estandarizados⁵⁴, a fin de reducir el riesgo de generar proyectos fuera del rango de financiamiento, establecido en el punto 1.

⁵⁴ Se propone que MINVU u otro organismo defina una Tabla de Costo Unitario por metro cuadrado de construcción de actualización periódica que defina costos referenciales según elementos (techos, muros, ventanas) y ubicación geográfica.

3 El propietario de la vivienda contacta al instalador quien entrega cotizaciones finales de las soluciones entregadas por el evaluador energético⁵⁵.

4 Con el informe del evaluador energético y las cotizaciones, la IF evalúa información y aprueba o rechaza crédito

Para postular y aprobar el crédito, es requerimiento entregar el informe del evaluador energético (Informe de Pre-Calificación). Cuando se aprueba el crédito, el mandante (con asistencia del evaluador energético) confecciona el contrato con el proveedor de obras donde se indique trabajos a realizar, plazos, garantías y formas de pago⁵⁶. Se debe contemplar un mecanismo que permita entregar un anticipo de los trabajos.

5 Los instaladores implementan el proyecto de reacondicionamiento.

Una vez el propietario decida llevar a cabo el reacondicionamiento, firma un contrato con el o los instaladores. Este contrato debiese ser estándar, validado por el programa y aceptado por todos los proveedores que deseen formar parte del registro de instaladores. En él se establecerán las condiciones de pago, anticipos, plazos, garantías, etc.

6 El evaluador energético visita la obra durante la implementación.

Al terminar la obra el evaluador energético entrega:

- Un informe de conformidad o rechazo, en base a los trabajos comprometidos, contra el cual se gatilla el último estado de pagos.
- La calificación de vivienda terminada, pues es la única manera de tener una evaluación integral de desempeño energético de la vivienda⁵⁷.

7 Evaluación expost del desempeño del evaluador y del instalador.

Adicionalmente, se puede incluir una evaluación final del mandante o propietario que podría ser realizada en alguna plataforma online, sobre el desempeño del evaluador energético y del instalador. En caso de una evaluación promedio⁵⁸ por bajo cierto nivel, tanto el evaluador como el instalador podrían verse eliminados del registro o expuestos a multas.

8 Entrega de beneficios retroactivos.

Si toda la información está en orden, la IF procede a entregar los beneficios retroactivos, como por ejemplo el costo de la evaluación energética, el valor de los gastos operacionales o el descuento en la tasa de interés asociada (dependiendo del mecanismo a implementar).

Se propone que los beneficios a entregar sean proporcionales al porcentaje de niveles de ahorro del proyecto. A mayor nivel de ahorro respecto de la línea de base, mayores los beneficios a otorgar.

⁵⁵ Si bien esta labor la podría llevar a cabo el evaluador energético, la elección y relación final con el proveedor es del propietario, ya que es él quien está comprando un servicio de instalación, materiales y artefactos. Por otro lado, no es conveniente que el evaluador realice esto pues se podría incentivar a acuerdos internos entre proveedores y evaluador en términos de precio que no beneficien al comprador, quien debe ser libre de comprar donde lo estipule.

⁵⁶ Se requiere la existencia de contratos estándares que den más seguridad al esquema.

⁵⁷ Esta información indicará: porcentaje de ahorro de demanda de energía y consumo de energía primaria y consumo de energía primaria de caso base y caso final.

⁵⁸ Con un número mínimo de evaluaciones a definir.

6 CONCLUSIONES

Este estudio tiene por objetivo contribuir a la discusión de cómo mejorar la eficiencia energética del parque de viviendas existentes; segmento con un alto potencial de ahorro y de relevancia estratégica.

Estimaciones⁵⁹ indican que el promedio de permisos de edificación otorgados entre los años 2000 y 2009 fue cercano a las 135.000 viviendas anuales. Al comparar esa cifra con el parque existente actualmente, es posible concluir que el parque en construcción anualmente no supera el 3% de las viviendas existentes, lo cual permite establecer un paralelo claro sobre la relevancia de diseñar e implementar medidas que tengan por objetivo mejorar la vivienda existente.

Un mecanismo pensado para la vivienda existente diferirá de las medidas o mecanismos desarrollados para apoyar a la EE en viviendas nuevas. Mientras las viviendas nuevas o construidas después del año 2000 deben cumplir con las medidas mínimas de transmitancia térmica vigentes en la legislación, las viviendas construidas con anterioridad están rezagadas en términos de desempeño energético. Por otra parte, quien asume el riesgo de la intervención en el caso de la vivienda existente es el propietario o habitante de la vivienda, mientras que en el caso de la vivienda nueva es la inmobiliaria-constructora la responsable de cumplir con las exigencias de eficiencia energética y posee un conocimiento específico del sector, lo cual genera una divergencia en términos de percepción de riesgo. Por último, los costos de intervenir una vivienda existente difieren de los costos asociados a mejoras de viviendas a nivel de diseño. Todas estas particularidades hacen que el enfoque para fomentar la mejora de la vivienda existente sea distinto y específico.

En este marco, este estudio discute las principales consideraciones para diseñar un mecanismo donde el propietario de la vivienda, con los incentivos adecuados, invierta en el mejoramiento de su vivienda, focalizándose en los sectores de ingresos medio y medio-alto en Chile. Esta focalización responde principalmente a la importancia del consumo energético de este grupo en el consumo energético nacional y al peso de este grupo en el total de viviendas existentes (20% del total).

Para ello, se analizaron algunos casos internacionales destacados que permiten entregar un marco de reflexión adecuado. De este análisis, es posible observar variados tipos de instrumentos, en algunos casos asociados a la mejora de viviendas en el momento de la compra (por medio de créditos hipotecarios) y en otros orientados a mejorar el parque existente a través de créditos blandos y subsidios a la inversión.

En el caso chileno, el estudio logró caracterizar el grupo objetivo, definido como el grupo de familias perteneciente a los 2 quintiles de mayores ingresos. Este grupo está conformado por casi 2 millones de viviendas, las cuales se encuentran distribuidas en 7 zonas térmicas, con diferentes características climáticas y de temperatura.

En términos de usos finales de la energía, se observa que la calefacción es utilizada prácticamente en todos los hogares de la zona centro sur del país. A pesar de este consumo, las viviendas se encuentran lejos del confort térmico, consumiendo en la zona central del orden del 20% del combustible que deberían consumir para estar en confort, y en el caso de las zonas más australes entre el 40% y 50%. Esto significa que, a medida que las personas aumenten su nivel de ingresos - y en viviendas no reacondicionadas -, el consumo de energía irá en aumento.

Casi el 80% de las viviendas foco del estudio se encuentran en las zonas térmicas 2, 3 y 4, que constituyen las zonas centrales del país, y cuyas características climáticas no difieren en exceso entre sí, lo cual permite proponer medidas de similares características. Es importante también mencionar que casi el 50% del público objetivo se encuentra en la Región Metropolitana (RM), lo cual puede ser un argumento para la focalización del programa en ésta región. Desde el punto de vista del consumo per cápita de energía para calefacción, sin embargo, la focalización debería ser en base a la zona climática, con prioridad en las zonas más frías que tienen mayores niveles de consumo de energía.

⁵⁹ Cámara Chilena de la Construcción (2014). "Balance de Vivienda en Chile".

Según las cifras de MINENERGIA, sólo un 25% de las viviendas construidas antes del 2000 presentaban algún nivel de aislación. Estas cifras se utilizan para caracterizar las viviendas del grupo meta como viviendas con poco o ningún nivel de aislación (estas cifras son similares a los resultados encontrados basados en las fechas de construcción mencionadas en la encuesta presencial).

Más del 60% de viviendas ha sido pagada o está siendo pagada, es decir es de propiedad del potencial beneficiario del proceso de reacondicionamiento. En términos operativos, este grupo debería ser el primero en atender a través de un programa de reacondicionamiento, pues no existen problemas adicionales como aquellos que ocurrirían del tipo agente-principal.

Adicionalmente el estudio condujo una encuesta a hogares para determinar cuál es la percepción del público objetivo de este programa, obteniéndose las siguientes conclusiones:

- i. Existe un segmento importante de la población dispuesto a invertir en reacondicionamiento, especialmente para mejorar su confort y reducir sus gastos energéticos.
- ii. Esta inversión podría ser realizada a través de fondos propios o a través de créditos, que no superen los 24 meses de plazo. La disponibilidad de créditos preferenciales (en términos de garantía o condiciones) es considerada como un incentivo atractivo para la población objetivo.
- iii. Los niveles de inversión promedio podrían bordear los 2 millones de pesos por vivienda. Estos niveles de inversión se condicen con el costo de intervenciones de techos o techos y muros. Sin embargo, este valor debe ser mirado con cautela y como referencia exclusivamente, dado el nivel de desconocimiento declarado por los entrevistados sobre los beneficios del proceso de reacondicionamiento. Los encuestados pueden estar valorando un “beneficio desconocido” como es el confort térmico.

Como opciones para el financiamiento de un programa con participación de privados, se analizaron tres opciones: (i) Mutuo Hipotecario Endosable (MHE) normado por la regulación bancaria chilena; (ii) Tasas de créditos de consumo preferenciales y (iii) Complemento Crédito Hipotecario. Cada uno de esos mecanismos permitiría entregar créditos a tasas atractivas para realizar proyectos de reacondicionamiento. Es necesario, sin embargo, analizar de manera más detallada las ventajas y desventajas de los mecanismos de manera específica, pues éstos involucran niveles de compromiso de aportes privados y estatales de distinta magnitud y esquemas operacionales bancarios diferentes.

Ahora bien, independiente del mecanismo financiero escogido, se destaca la necesidad de contar con un sistema operativo robusto. Este sistema debería considerar al menos:

- La necesidad de que un agente calificado y registrado (Evaluador Energético) proponga y determine la solución de reacondicionamiento térmico. El evaluador energético será además quien verifique que las obras de reacondicionamiento han sido implementadas debidamente.
- La utilización de una herramienta simple y estándar para evaluar el desempeño de la vivienda (antes y después). Se propone utilizar un símil a la Calificación Energética de Vivienda (CEV) para vivienda nueva, pues entre otras cosas ésta (i) permite evaluar de manera integral el desempeño de la vivienda; (ii) permite evaluar distintos niveles de mejoras a la vivienda, flexibilizando los niveles de ahorro alcanzables, lo que permitiría fijar metas de transformación del mercado por sobre la reglamentación térmica vigente; y (iii) es de fácil comprensión para el público en general, pues indica niveles de calificación asociados a un ahorro de energía en niveles A, B C, etc., como las etiquetas utilizadas en electrodomésticos. Esto va en línea con las respuestas de los encuestados, pues un 83% considera muy importante o importante la existencia de una etiqueta o sello que indique el consumo de energía de una vivienda.

- Es fundamental la existencia de registros de instaladores acreditados para realizar las labores, que cumplan requerimientos tanto técnicos como administrativos para dar confianza a los usuarios.
- Deberán existir garantías, multas o penalidades tanto para el evaluador energético como para el instalador en caso de no cumplimiento de sus deberes, las cuales deberán estipularse en contratos estándar diseñados por el programa.
- Se propone que los beneficios a entregar (el costo de la evaluación energética, el valor de los gastos operacionales, el descuento en la tasa de interés asociada, o una combinación de éstos, dependiendo del mecanismo a implementar) sean proporcionales al porcentaje de niveles de ahorro del proyecto. A mayor nivel de ahorro respecto de la línea de base, mayores los beneficios a otorgar. Esto permitirá hacer un mejor uso de los recursos del Estado, enfocándolos hacia aquellos proyectos transformadores del mercado.

Es fundamental un trabajo de difusión al usuario final, ya que una de las principales barreras a la implementación de reacondicionamiento corresponde al desconocimiento de estos temas. Por ello, se estima necesario el desarrollo de campañas de difusión en terreno y la implementación de plataformas web y guías que permitan a los propietarios conocer qué mejoras son las más apropiadas a sus viviendas, qué cubren las garantías, cómo se hacen éstas efectivas en caso de falla o deficiencia de los trabajos, y quiénes son los instaladores y especialistas certificados para realizar trabajos en el marco del programa.

Finalmente, como se observa en la *Sección 5.4ii Creación de Competencias*, es muy importante el desarrollo de una oferta de proveedores en cantidad y calidad suficiente para hacerse cargo del proyecto. De acuerdo a un análisis muy preliminar, en la actualidad esta oferta no existe, en especial para el caso de la instalación de aislación térmica. Esto involucra la creación de competencias para formar instaladores capacitados, lo cual en el caso alemán tomó varios años.

El estudio analiza el impacto del reacondicionamiento en términos energéticos y la lógica de intervención se basa en el principio de liberación de recursos económicos (mayor liquidez) debido al ahorro de energía. Si bien, en una situación de confort ideal, la medida de reacondicionamiento se traduciría totalmente en ahorros energéticos y monetarios, en los casos de falta de confort térmico, es posible que el impacto del reacondicionamiento sea matizado por un aumento inicial del nivel de confort térmico. Para poder probar esta hipótesis se requiere de un proceso de evaluación riguroso, donde se comparen los casos con y sin proyecto de reacondicionamiento de poblaciones estadísticamente similares.

En cualquier escenario, y en línea con las lecciones internacionales aprendidas, se recomienda iniciar este tipo de programas con un pilotaje muy focalizado que permita evaluar y mejorar los supuestos técnicos y las condiciones operativas del programa, antes de pasar a ser un programa masivo.

7 BIBLIOGRAFIA

Bustamante et al. (2009). "Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social". Ministerio de Vivienda y Urbanismo y Programa País de Eficiencia Energética.

Cámara Chilena de la Construcción (2014). "Balance de la Vivienda en Chile".
<http://190.2.88.42/publicacion/balance-de-la-vivienda-en-chile-2014/>

Ministerio de Desarrollo Social. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional 2011.
<http://www.redatam.org/redchl/mds/casen/casen2011/Index.html>

Corporación de Fomento de la Producción (2014). "Estudio sobre los Programas de Crédito con Garantía Estatal. Gerencia de Inversión y Financiamiento. CORFO"

Fowlie, Meredith; Greenstone, Michael; Wolfram, Catherine. June 2015. *Do Energy Efficiency Investments Deliver? Evidence from the Weatherization Assistance Program.*

KfW Bankengruppe (2011). "Impact on Public Budgets of KfW promotional programmes in the field of energy -efficient building and rehabilitation".

MINENERGÍA (2010). "Curva de Conservación de la Energía del Sector Residencial".

MINVU (2013). Manual de Procedimiento para la Calificación Energética de Viviendas en Chile.

MINVU. Calificación Energética de Viviendas (CEV) .
<http://calificacionenergetica.minvu.cl/>

Norma Chilena NCh 853-2007 "Acondicionamiento térmico: envolvente térmica de edificios: cálculo de resistencias y transmitancias térmicas"

SERNAC Financiero (2013).Boletín N°2 de Créditos de Consumo, Junio de 2013

SERNAC Financiero (2013).Boletín N°3 de Créditos Hipotecarios, Junio de 2013.

8 ANEXO I

DEFINICIÓN DE SUPUESTOS PARA LAS EVALUACIONES FINANCIERA Y SOCIAL DE LAS MEDIDAS

A continuación se describen los principales supuestos de las evaluaciones financieras y económicas sobre las medidas de eficiencia energética seleccionadas:

- **Horizonte de Evaluación:** para efectos de calcular el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno) económico y financiero, se consideran períodos de 20 años. Este horizonte se justifica por dos razones: (i) la vida útil de los equipos eficientes considerados en la evaluación tienen una vida útil de 13 años; los calefactores a leña y a pellets tienen una vida útil de 25 años; y la bomba de calor (inverter) 15 años, de modo que por simplicidad para no realizar evaluaciones con horizontes separados, se consideró el promedio de 20 años. (ii) la vida útil de las medidas de aislación se estima entre 20 a 30 años.
- **Tasa de Descuento:** las evaluaciones se llevarán a cabo en términos reales, considerando las siguientes tasas de descuento, dependiendo del tipo de evaluación:
 - d. **Evaluación Financiera:** se considera una tasa de un 10% real anual. Se utiliza esta tasa por las siguientes razones:
 - Este tipo de proyectos tienen bajo riesgo técnico y por tanto un inversionista privado no debiera exigir un premio muy elevado respecto a la tasa libre de riesgo. A modo de ejemplo, la regulación tarifaria del sector de distribución de electricidad utiliza una rentabilidad de 10% después de impuestos y la del sector sanitario de 7%.
 - La tasa libre de riesgo para un plazo de 20 años, medida por la tasa de interés de los bonos de tesorería en Unidades de Fomento (BTU 20 años), desde 2012 hasta la fecha ha promediado 2,54%.
 - Es decir, la tasa de descuento utilizada de 10%, implícitamente considera un premio de prácticamente 7,5% por sobre la tasa de libre de riesgo, considerada más que propiedad dados los riesgos del “proyecto”.
 - e. **Evaluación Económica Social:** se considera una tasa de un 6% real anual, estimada a partir del estudio “Cálculo de la Tasa Social de Descuento”, MIDEPLAN (2002), y corresponde a la tasa vigente 2013
- **Flujo último año:** se considera perpetuidad al último año de evaluación
- **Financiamiento:** se considera una evaluación para proyecto puro, es decir, sin financiamiento.
- **Gastos de Mantenición:** se consideran gastos de mantención anuales equivalentes al 2% del valor total del equipo para los equipos de calefacción. En el caso de las medidas de envolvente, éstos se consideran despreciables, ya que requieren un menor cuidado al no poseer combustión ni partes móviles.
- **Reinversión:** en el caso de la evaluación de artefactos, se considera tanto para el caso base como para el caso con proyecto (es decir, cuando se aplica la medida de mejora), reinversión en equipos, una vez que éstos hayan completado su vida útil. La vida útil de estos equipos se consideran se acuerdo a la tabla 21:

TABLA 21: Vida útil de artefactos calefactores a considerar para las evaluaciones financieras y económicas

EQUIPO	AÑOS	FUENTE
Calefactor a GLP/GN	13	Curva de Conservación de la Energía, Minenergía, 2010
Bomba de Calor (inverter)	15	Study of Life Expectancy of Home Components.
Calefactor a leña	25	Estimación de los autores
Calefactor eléctrico (ventilador)	7	Study of Life Expectancy of Home Components.

Fuente: Elaboración propia



**“PROPUESTAS PARA UN PROGRAMA DE EFICIENCIA
ENERGETICA EN VIVIENDAS EXISTENTES EN CHILE”**

El Caso de los Sectores de Ingresos Medios y Altos.

Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20577, USA

www.iadb.org