

# Hacia una Construcción Energéticamente Eficiente

¿ Cómo estamos y qué falta en materia de construcción habitacional ?

**Ariel Bobadilla Moreno**  
**Director CITEC UBB**  
[www.citecubb.cl](http://www.citecubb.cl)



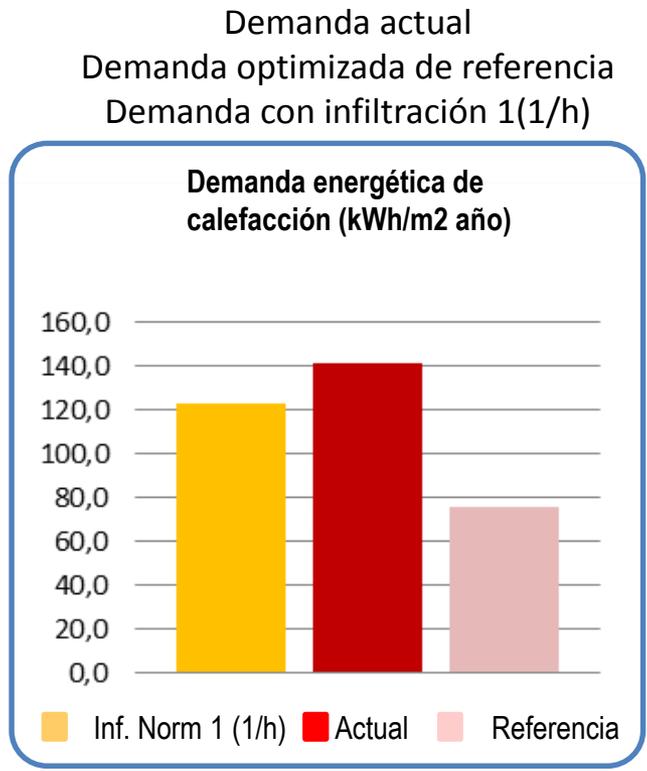
# Contenidos

- I. Línea base de calidad energética de las construcciones habitacionales
- II. La Reglamentación Térmica
- III. El trabajo de I+D+i en C&T en viviendas (1982-2012)
- IV.- Plan de Desarrollo: Desafíos y prioridades

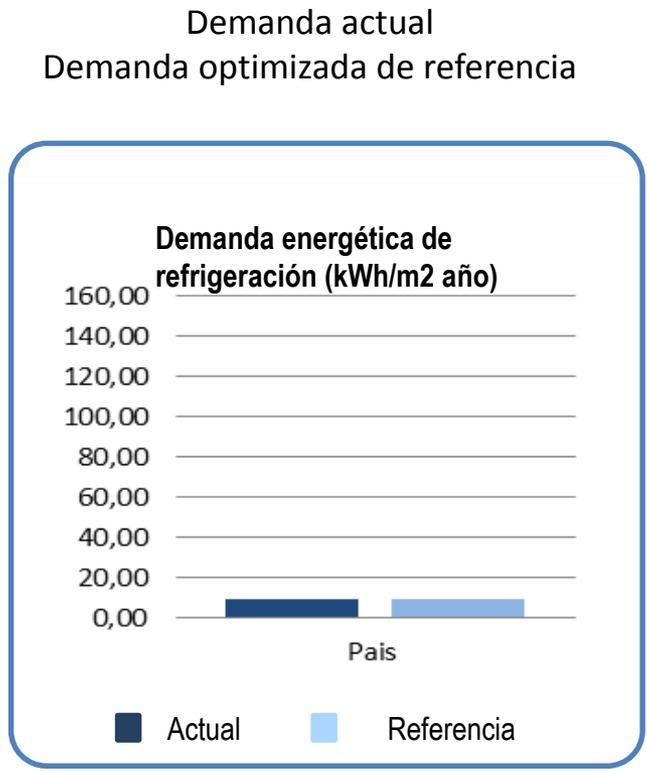


# I. Línea base de calidad energética

Demandas energéticas actuales, de referencia optimizadas y con infiltración 1 1/h, total país del parque de construcción habitacional año 2011 de Chile, ponderada por superficie construida por provincia



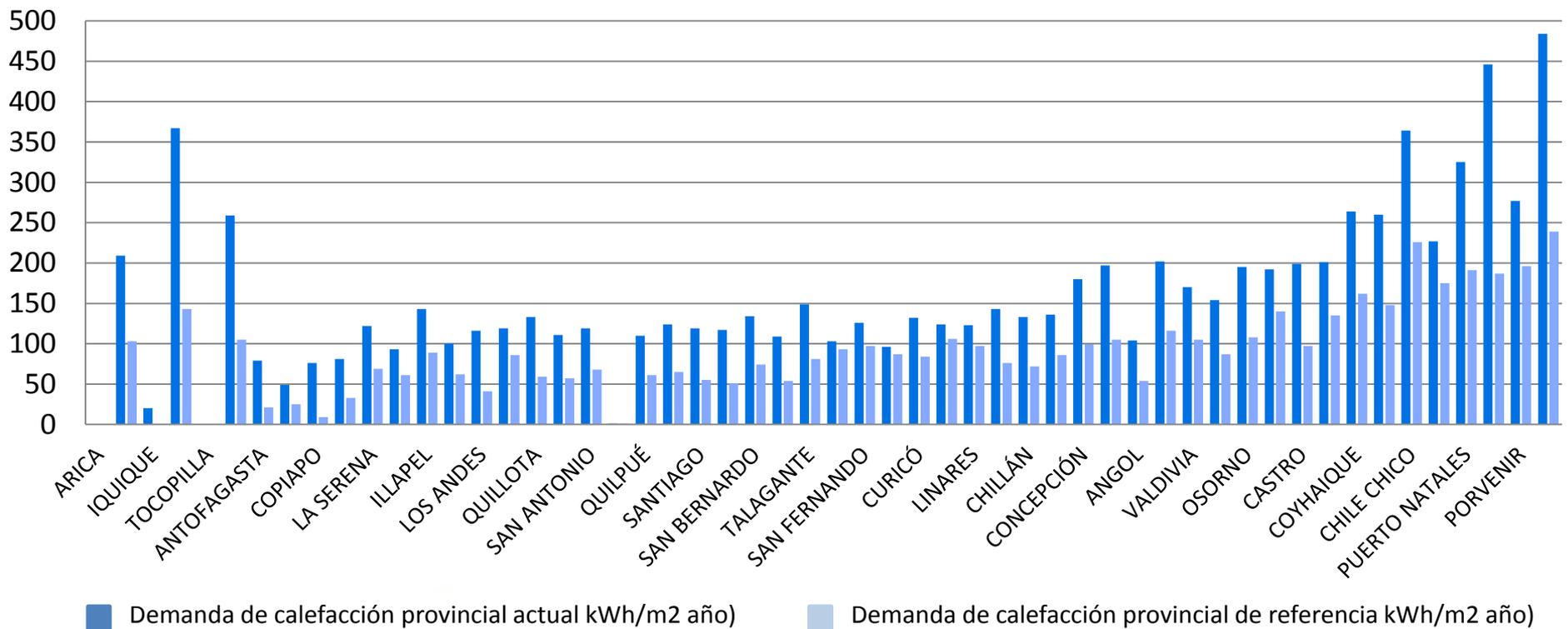
**47% de ahorro**



**-2% de ahorro**

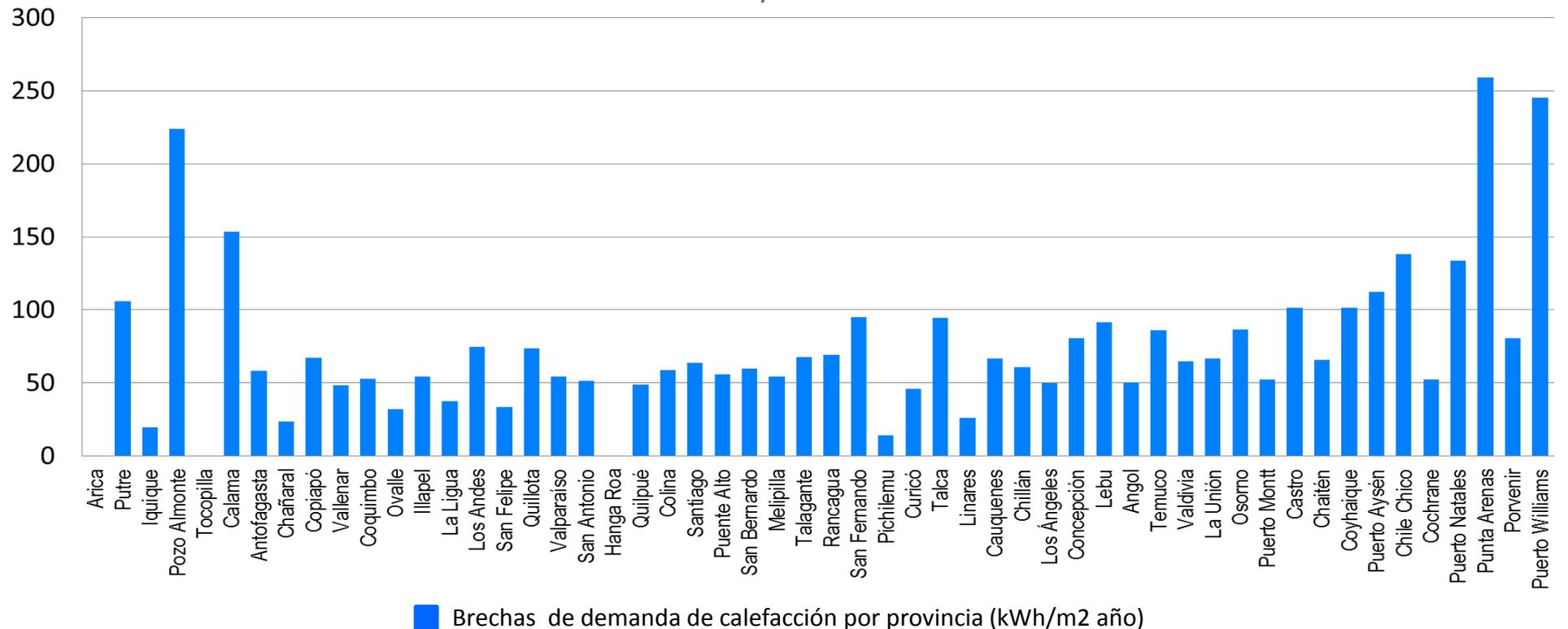
- El parque de nuevas viviendas año 2011 demanda el doble de energía para calefacción que la estrictamente necesaria.
- La demanda energética se sub dimensiona en un 15%, cuando se consideran infiltraciones normalizadas iguales a 1 1/h.

## Demandas de calefacción provincial actual y optimizadas del parque de construcciones año 2011 kWh/m<sup>2</sup> año



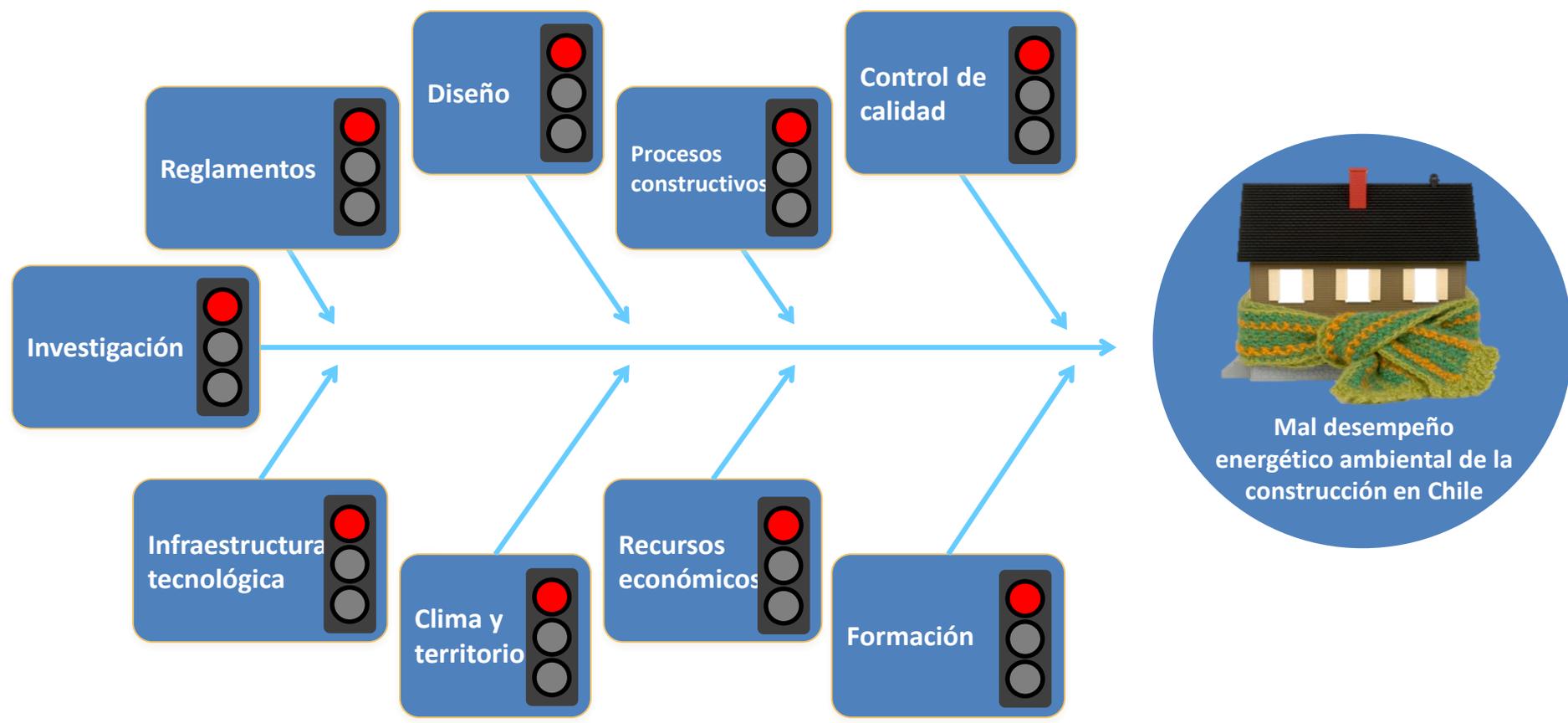
- La oferta de viviendas que ofrece el mercado (Año 2011), dependiendo del tipo de construcción y provincia, tiene mayores demandas energéticas que van de 0 a 259 kWh/m<sup>2</sup>año, con un valor medio por provincia de 74 kWh /m<sup>2</sup> año.
- Las diferencias o brechas se asocian estrictamente a las variables de clima exterior en cada provincia y a la calidad energética que exhiben actualmente las construcciones en esas provincias.

Brechas de calidad por provincia asociadas a demandas de calefacción del parque de construcciones año 2011  
kWh/m<sup>2</sup> año



- La magnitud de brechas y su distribución territorial da cuenta del grado de ajuste de las protecciones térmicas al clima de las provincias. En tanto, las dispersiones de brechas entre localidades geográficamente muy cercanas, dentro de iguales zonas térmicas incluso, acusa la existencia de microclimas regionales.
- En el rango de brechas alto y muy alto se encuentran 41 de las 54 provincias del país, principalmente de la zona central, sur del país y andina. Localidades con necesidades casi exclusivas de calefacción en el rango 150-400 kWh /m<sup>2</sup> año. Es imperioso modificar los estándares de aislación térmica en esas zonas con lo que se conseguirían reducciones de entre el 40 y 60%.

## El problema y sus hipótesis de causa

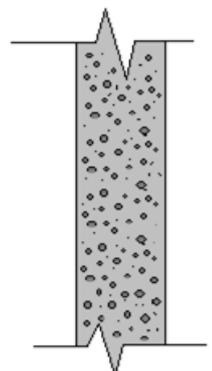
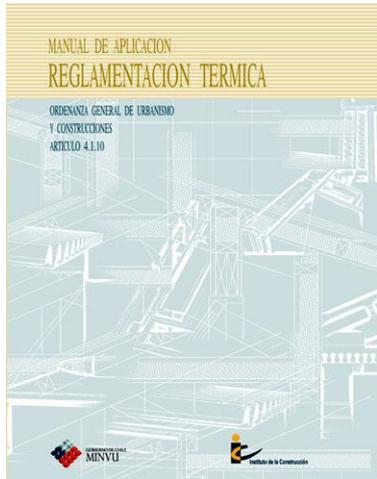


¿Cuáles son las principales causas y cómo actuar sobre ellas?  
..... Se abre el debate

# II. La Reglamentación Térmica

## Aislación Térmica

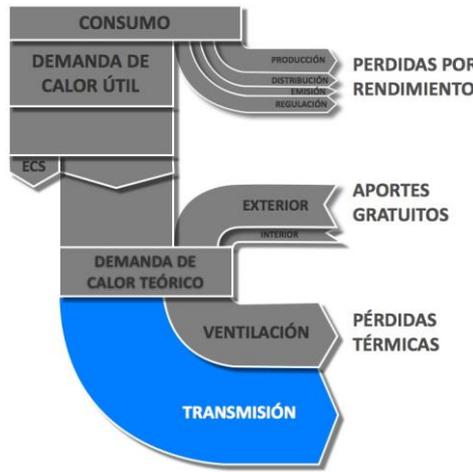
Arica  
 Latitud = 18° 28'S



Muro de Hormigón  
 U: 3.0 - 3,5 (W/m² K)



Muro de Albañilería  
 U: 1.8- 2.5 (W/m² K)



Requisitos comparados para transmitancia térmica de complejos de muros envolvente  
 Valor U (W/m² K). Recomendaciones según distintas fuentes para Chile.

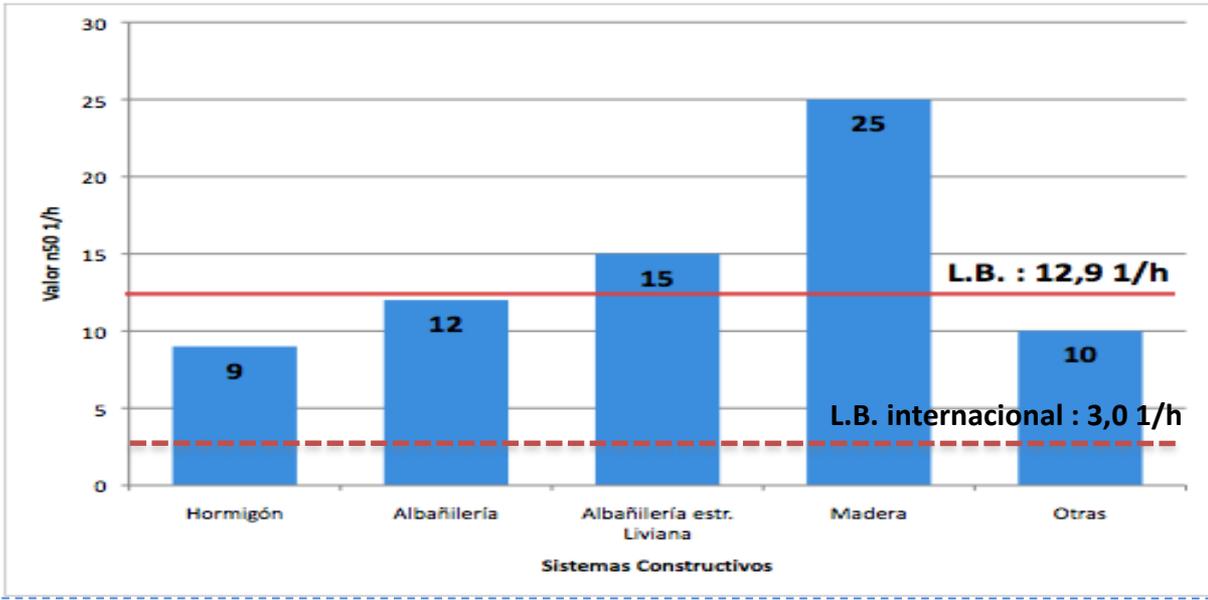
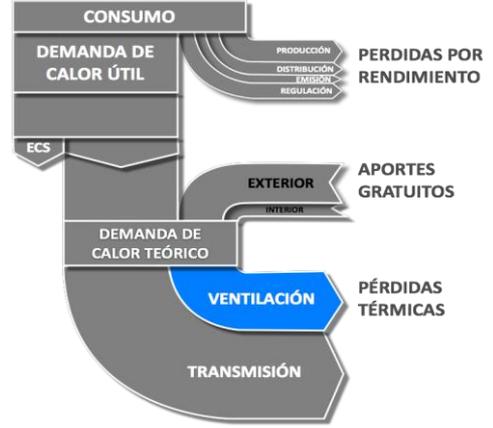
Zona Térmica	Reglamentación Térmica	NCH 1079 (2008)	Manual de Diseño para la EE en Vivienda Social (2009)	Fondef D10I1025 (2013)	Manual de Diseño Pasivo y EE en Edificaciones Públicas (2012)	Código Técnico Edificación España (2007)
1	4,0	0,8-2,0	0,8-2,0	0,8-2,0	0,8-2,0	-
2	3,0	0,6-2,0	0,6-2,0	0,6-2,0	0,6-2,0	-
3	1,8	0,6-0,8	0,6-0,8	0,6-0,8	0,6-0,8	0,73
4	1,7	0,3-0,8	0,3-0,8	0,3-0,8	0,3-0,8	0,66
5	1,7	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,57
6	1,1	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6	0,4-0,6	-
7	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	-

### Qué se advierte:

Qué la calidad térmica de las envolventes posee estándares menores que los que recomiendan distintos estudios.....significativamente menores.

Punta Arenas  
 Latitud = 53° 09'S

# Hermeticidad al aire



Línea Base de Infiltraciones de aire de en construcciones habitacionales de Chile. Valor n50.

Fuente: Fondef D10 I 1025.

## Qué se advierte:

Las construcciones habitacionales en Chile poseen muy bajos estándares de hermeticidad. Estándares no compatibles con las necesidades de uso mínimo de energía .....

# Clases de hermeticidad aceptable para edificios de Chile ( Fondef D10 I 1025)



ciudad	clase	Clase NTM011/3
ARICA	-	-
PUTRE	4	4
IQUIQUE	-	-
POZO ALMONTE	4	6
TOCOPILLA	-	-
CALAMA	4	6
ANTOFAGASTA	10	-
CHAÑARAL	-	-
COPIAPO	5	6
VALLENAR	10	6
LA SERENA	8	9
OVALLE	6	6
ILLAPEL	8	6
LA LIGUA	10	8
LOS ANDES	5	8
SAN FELIPE	8	8
QUILLOTA	8	8
VALPARAÍSO	6	8
SAN ANTONIO	8	9
HANGA ROA	-	-
QUILPUÉ	8	8
COLINA	8	8
SANTIAGO	6	8
PUENTE ALTO	6	8
SAN BERNARDO	6	8
MELIPILLA	6	8
TALAGANTE	6	8
RANCAGUA	6	8
SAN FERNANDO	6	8
PICHILEMU	6	9
CURICÓ	8	8
TALCA	5	8
LINARES	8	8
CAUQUENES	8	8



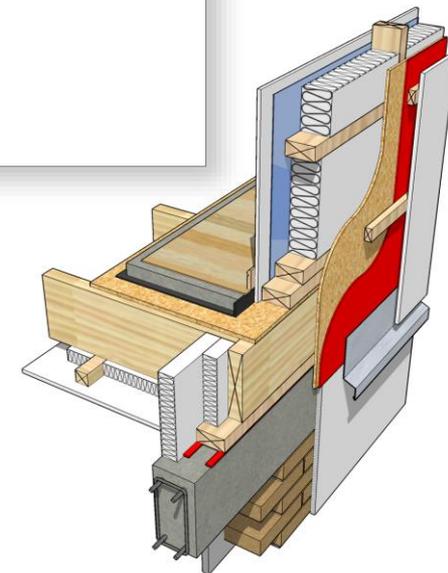
ciudad	clase	Clase NTM011/3
CHILLÁN	8	7
LOS ÁNGELES	8	7
CONCEPCIÓN	5	7
LEBU	5	8
ANGOL	8	7
TEMUCO	5	7
VALDIVIA	5	8
LA UNIÓN	5	7
OSORNO	5	6
PUERTO MONTT	5	6
CASTRO	5	6
FUTALEUFÚ	5	4
COYHAIQUE	4	4
PUERTO AYSÉN	4	4
CHILE CHICO	4	4
COCHRANE	4	4
PUERTO NATALES	4	4
PUNTA ARENAS	4	4
PORVENIR	4	4
PUERTO WILLIAMS	4	4



ANTEPROYECTO DE NORMA NTM 011/3 2014

Requisitos y mecanismos de acreditación para acondicionamiento ambiental de las edificaciones. Parte 3: Calidad del aire interior.

Contenido	Página
1. PREÁMBULO	3
2. ALCANCE DE LA NORMA	4
3. TERMINOLOGÍA	5
4. REFERENCIAS NORMATIVAS	6
5. REQUISITOS	7
6. MECANISMOS DE ACREDITACIÓN	8

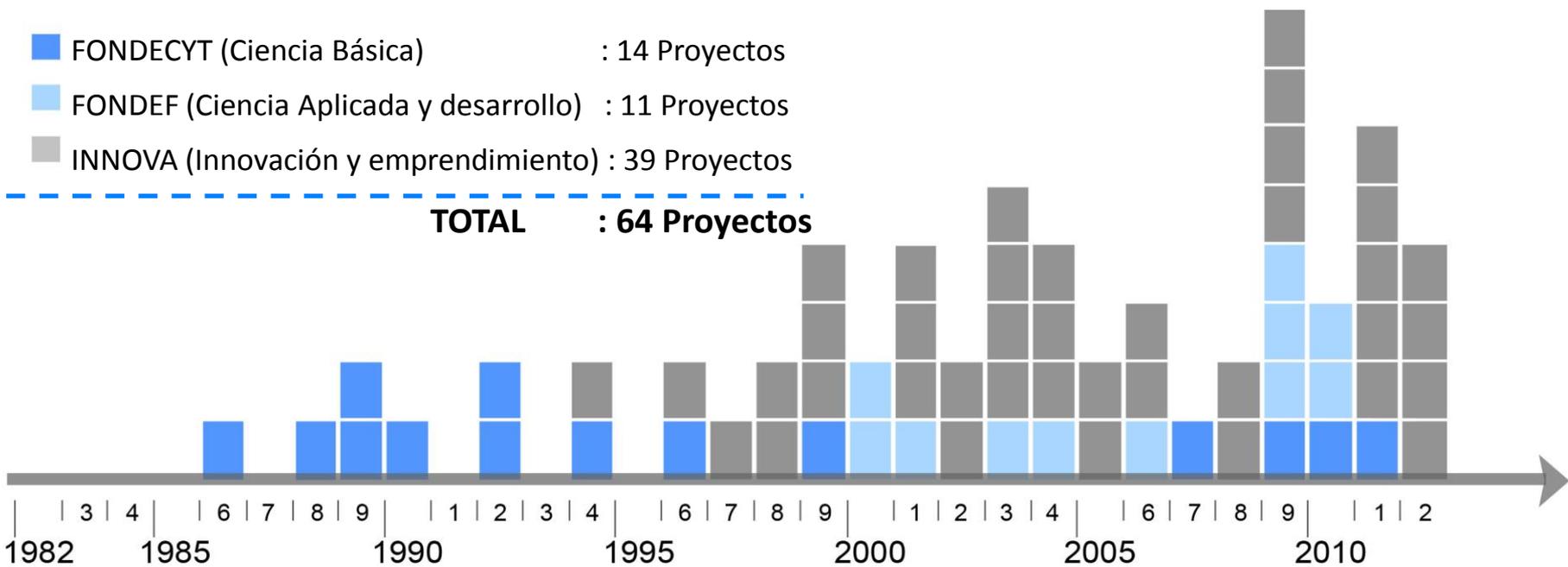


# III. El trabajo de I+D+i en C&T en viviendas (1982-2012)

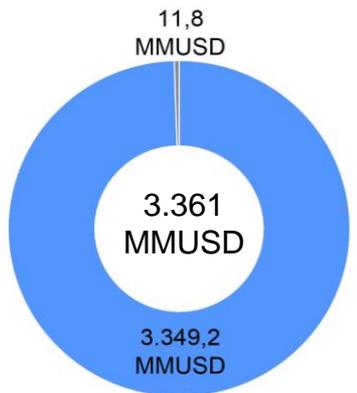
■ FONDECYT (Ciencia Básica) : 14 Proyectos  
■ FONDEF (Ciencia Aplicada y desarrollo) : 11 Proyectos  
■ INNOVA (Innovación y emprendimiento) : 39 Proyectos  


---

**TOTAL : 64 Proyectos**



■ Proyectos no relacionados al área  
■ Proyectos I+D relacionados con la calidad de la vivienda

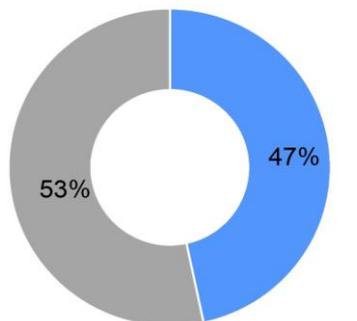


■ I+D+ i Otros  
■ I+D+i Viviendas

Bajo número de proyectos (64) y bajo aporte (0,38%) de la inversión total en investigación durante el período.  
 Inversión en construcción habitacional : 5 % PIB nacional

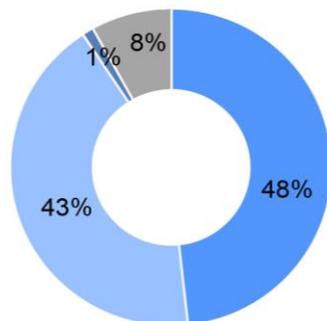
# Caracterización de la I+D+i en vivienda (1981 - 2012)

Tipo de proyecto



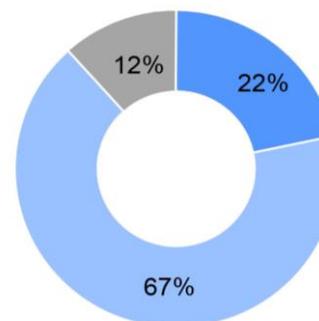
- Interés público
- Precompetitivo

Tipo de innovación



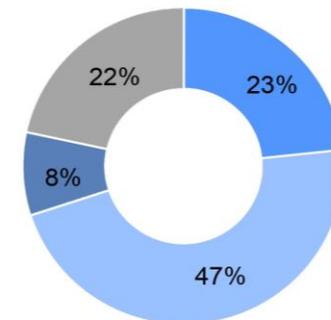
- Producto
- Gestión
- Proceso
- Servicios

Calidad del resultado



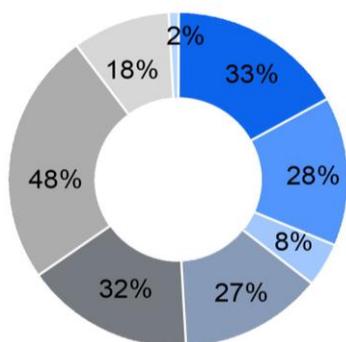
- Nuevo
- Mejorado
- Adaptado

Nivel de desarrollo



- Experimental
- Piloto
- Industrial
- Comercial

Áreas de trabajo

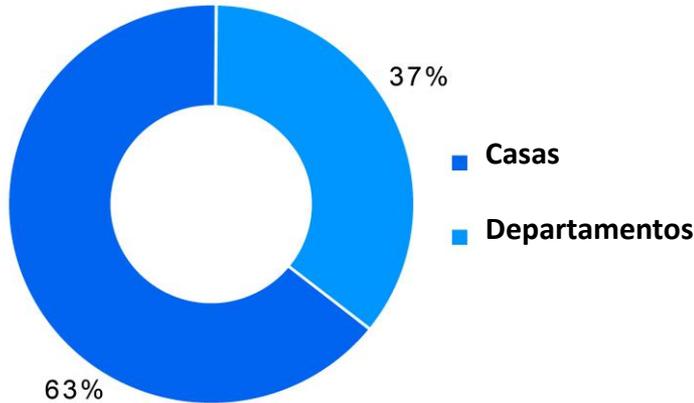


- Material de construcción
- Gestión de calidad
- Sistemas constructivos
- Normas, políticas y herramientas
- Confort y ocupación
- Arquitectura y diseño
- Física de la construcción
- Infraestructura

- Balance entre proyectos de interés público con los de interés productivo.
- Prevalece investigación orientada al desarrollo de materiales y sistemas constructivos ( 61%)
- Capacidades altamente concentradas: 4 Centros desarrollaron más del 70% del trabajo de i+d+i. 40 investigadores explican más del 90% del trabajo.
- Bajo mérito innovativo de la mayor parte del trabajo de I+D+i
- Baja rentabilidad de la inversión en inversión en I+D+i
- El 75% de la investigación y más relevante se desarrolló en la última década que se explica por el trabajo de nuevos investigadores.

### Mercado

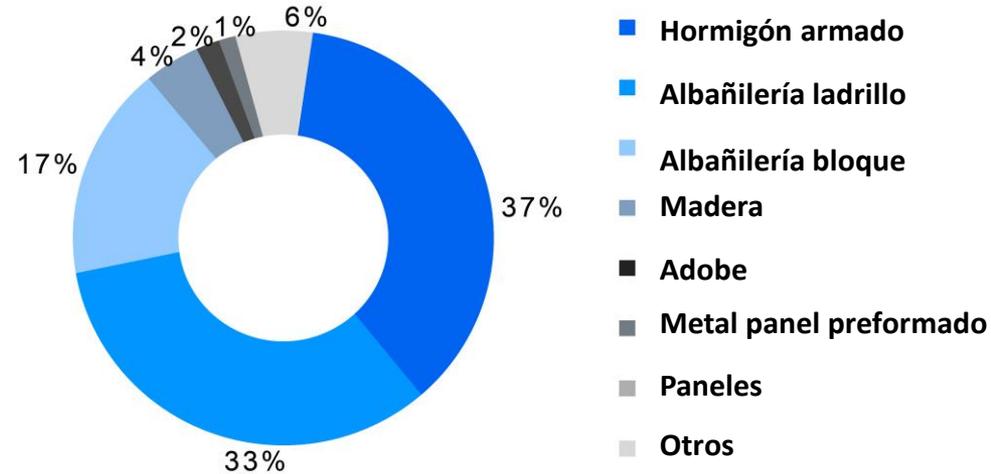
VIVIENDAS AÑO 2011



### TAMAÑO

151.071 unidades  
 10.431.880 m<sup>2</sup> (69 m<sup>2</sup> promedio)  
 12. Mil millones USD

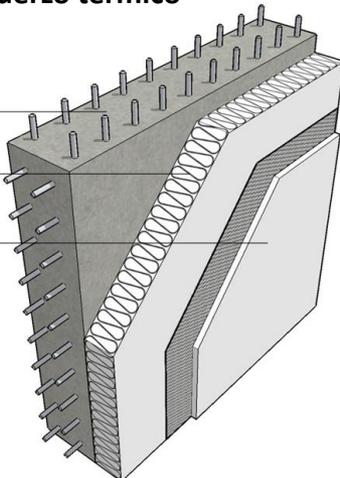
MATERIALIDAD PREDOMINANTE EN MUROS DE VIVIENDAS



### Sistemas para envolventes de muros

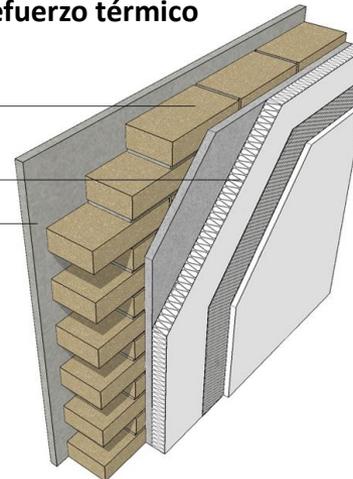
Sistema hormigón armado tradicional más refuerzo térmico

Hormigón armado  
 e: 200mm  
 Poliestireno expandido  
 e: 100mm  
 Estuco  
 e: 25mm



Sistema albañilería de ladrillo tradicional más refuerzo térmico

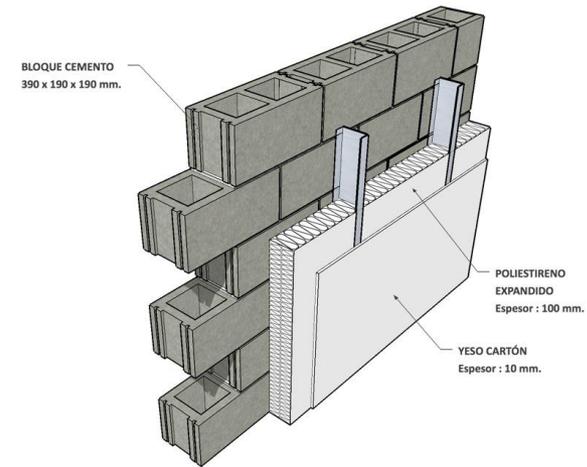
Ladrillo  
 Poliestireno expandido  
 Estuco



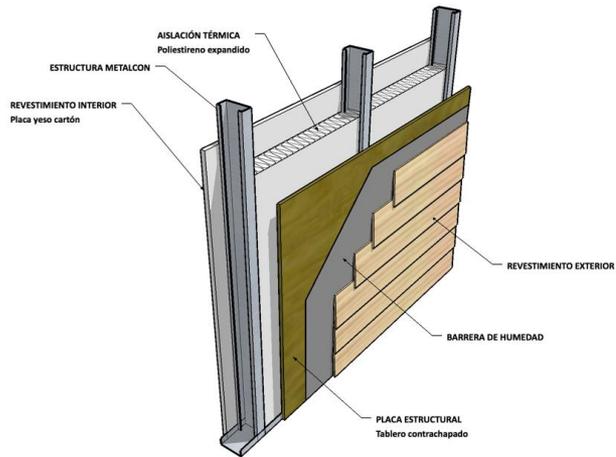
70% de construcción en albañilería y hormigón

85% construcción no industrializada

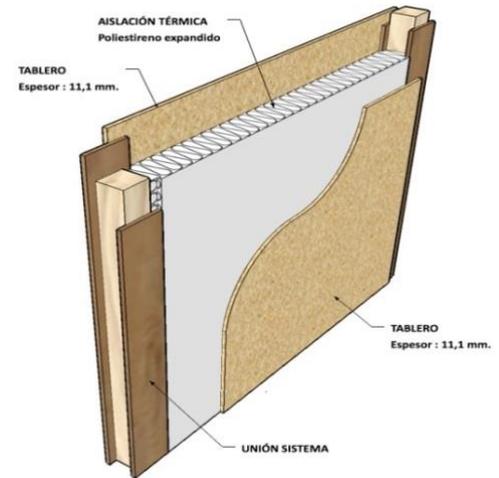
# Sistemas para envoltentes de muros



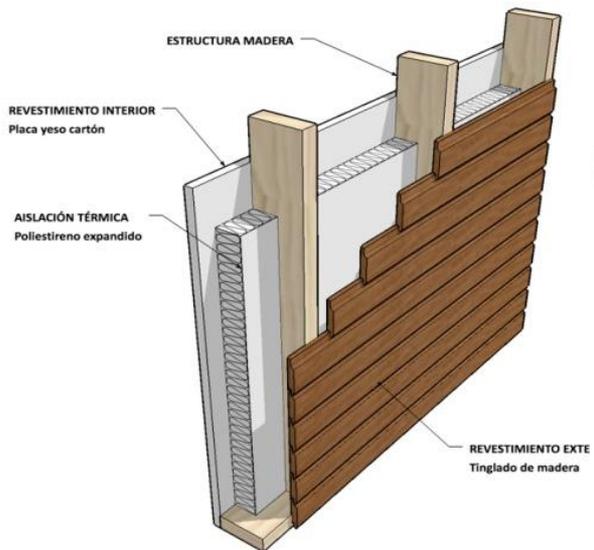
**Sistema bloque de hormigón tradicional más refuerzo térmico**



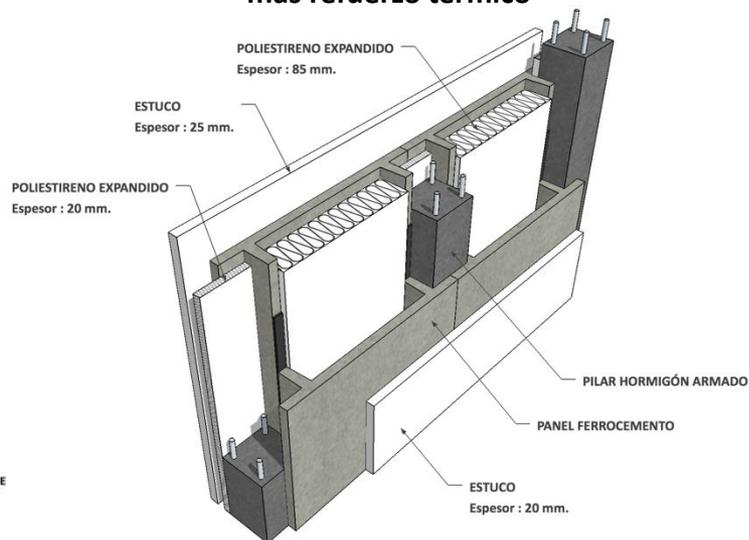
**Sistema Metalcón más refuerzo térmico**



**Sistema SIP**



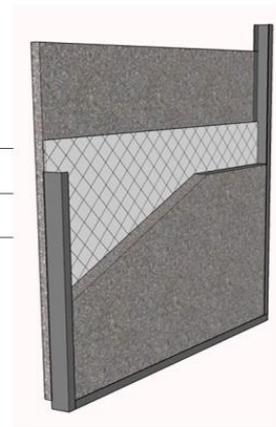
**Sistema entramado de madera tradicional más refuerzo térmico**



**Sistema Ferrocemento CITEC UBB**

**Sistema Hit**

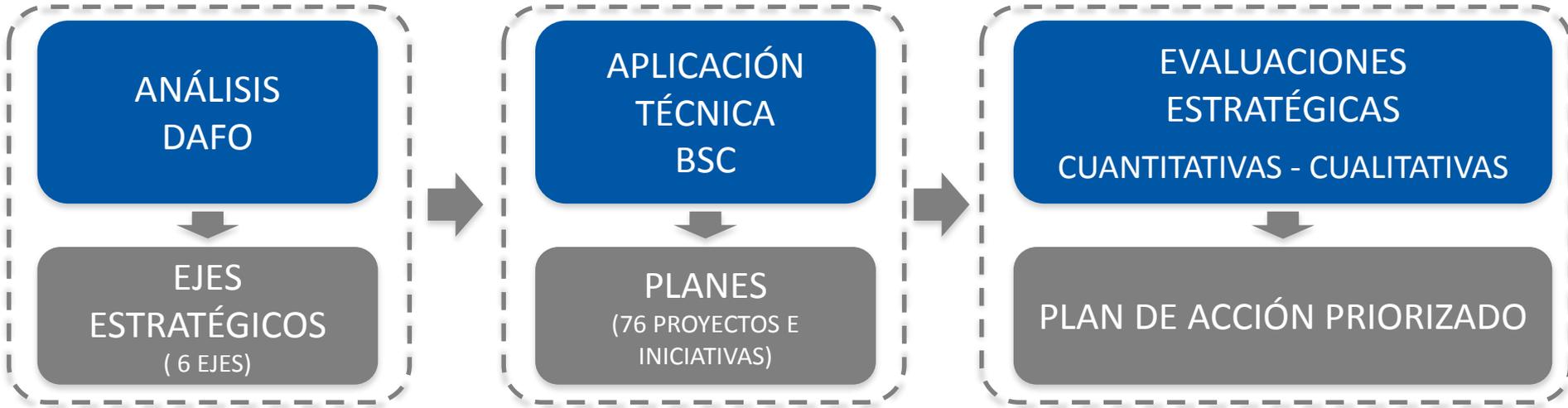
- \_\_\_\_\_ hormigón
- \_\_\_\_\_ alla acma
- \_\_\_\_\_ perfil C acero



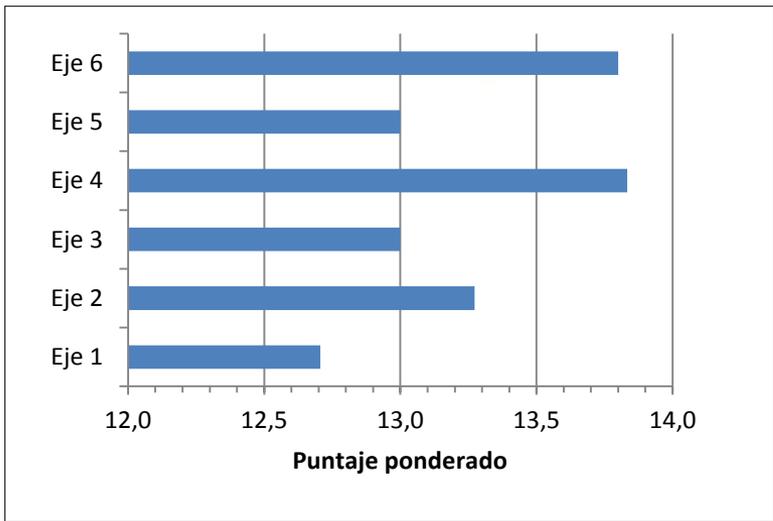
**Sistema Hit**

# IV.- Plan para una construcción de calidad energética (Fuente CITEC UBB)

## Construcción Plan



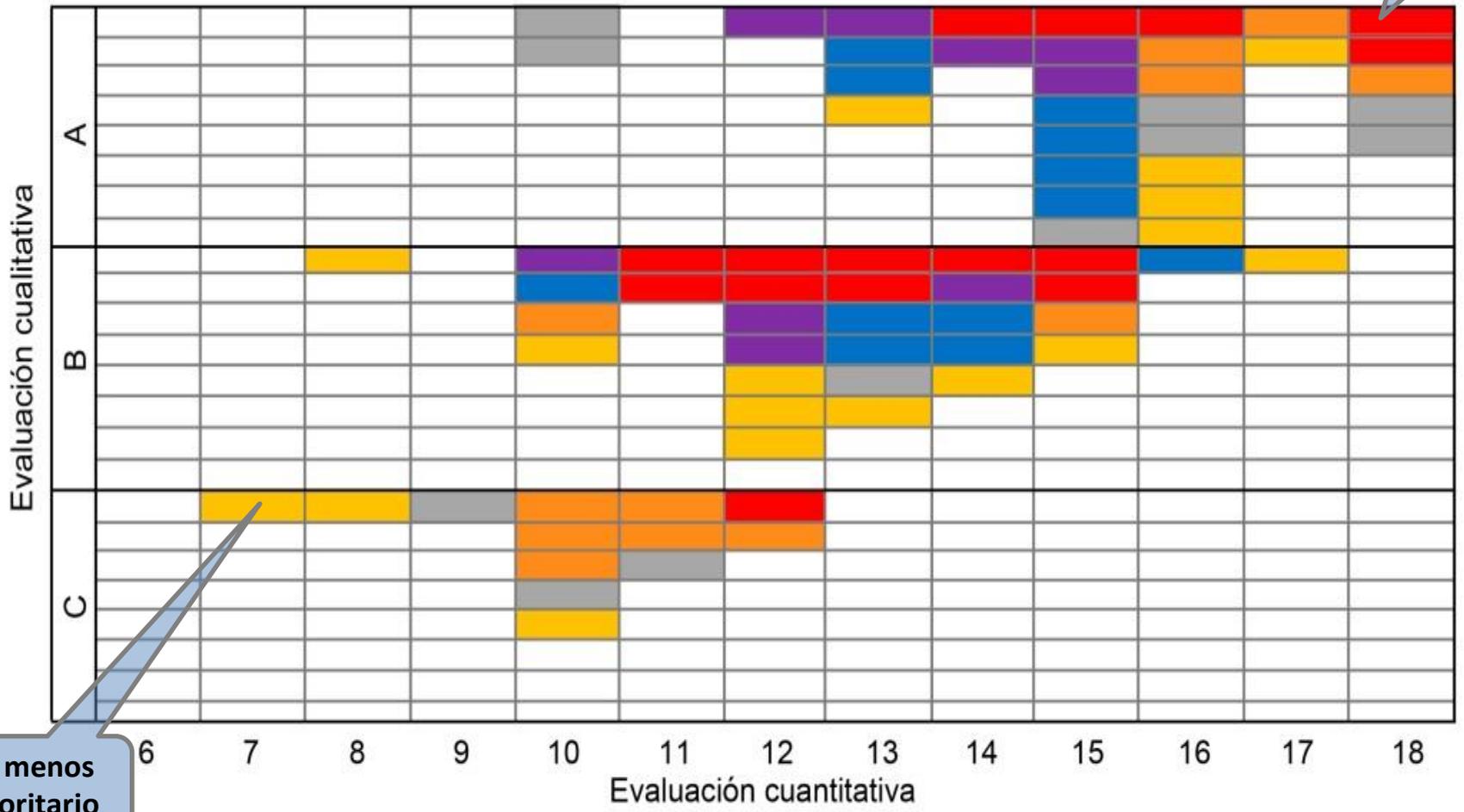
## Evaluación ejes estratégicos ( Panel de Experto)



ID	Nombre Eje Estratégico
Eje 6	Regulaciones y gobernanza
Eje 5	Educación
Eje 4	Infraestructura
Eje 3	Hábitat y bienestar
Eje 2	Sostenibilidad
Eje 1	Innovación y competitividad

# Mapa de acciones prioritizadas de Plan de Desarrollo para mejora la calidad energética de la oferta masiva de viviendas en Chile

Lo más prioritario



Lo menos prioritario

- A Muy Prioritario
- B Prioritario
- C Menos prioritario
- Innovación y competitividad
- Habitat y bienestar
- Educación
- Sostenibilidad
- Infraestructura
- Regulación y gobernanza

## Acciones como :

A18: LA 02.1.1.1: Desarrollar ciencia e investigación aplicada para desarrollar información y criterios para definir estándares.

A18: LA 02.1.1.2: Desarrollar evaluaciones económicas y sociales para soportar el establecimiento de estándares de exigencias energéticas y ambientales.

A18: LA 03.2.1.2: Desarrollar y promover métodos prestacionales de control, aseguramiento de calidad y certificación de comportamiento higrotérmico.

A18: LA 06.1.1.1.: Desarrollar investigación de base experimental para soportar técnica, económica y socialmente la incorporación de nuevos estándares a la Reglamentación Térmica.

A18: LA 06.1.1.2.: Definir e incorporar a la Reglamentación Térmica nuevos estándares y mejorar los actuales

A16: LA 01.1.1.1.: Desarrollar innovación tecnológica en sistemas de construcción y procesos con atributos diferenciadores de sustentabilidad.

# Lo menos prioritario

## Acciones como :

C7: LA 01.1.2.2: Desarrollar innovaciones tecnológica para incorporar sistemas Net-Metering y/o criterios cero energía al mercado de viviendas en Chile.

C8: LA 01.2.1.3: Impulsar el desarrollo de la nanotecnología aplicada al mejoramiento energético y ambiental de materiales.

## Comentarios finales

Chile tiene un desafío pendiente con la calidad energética de sus construcciones habitacionales. Necesita reducir, en el más breve plazo, a la mitad la demanda energética de su oferta masiva de construcciones habitacionales.

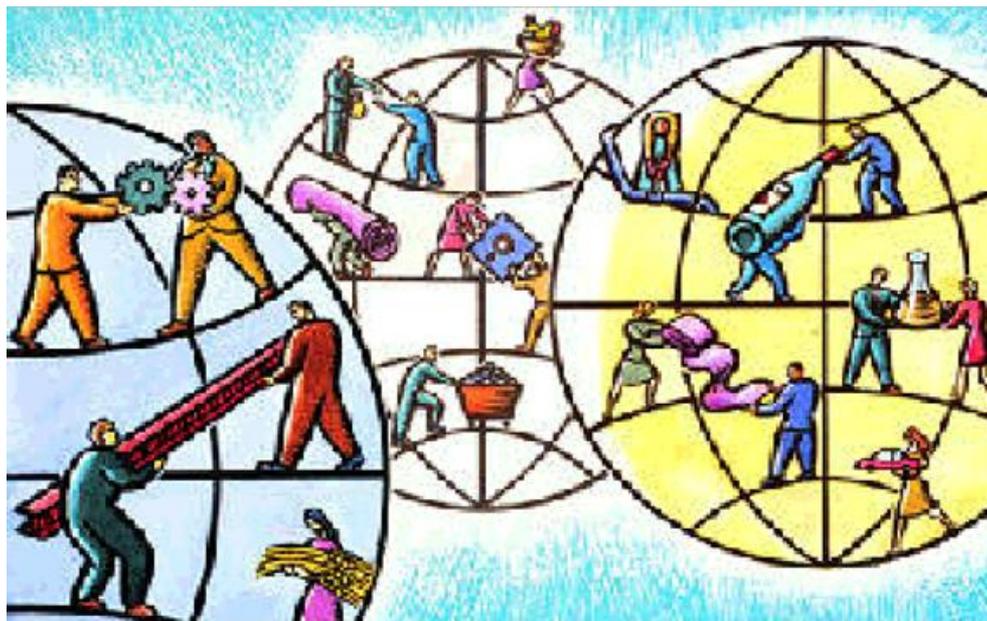
La ordenanza que regula el desempeño energético de las construcciones habitacionales es insuficiente. Los estándares de aislación térmica que se exigen son bajos y no se regulan todavía otros importantes aspectos, necesarios para conseguir construcciones habitacionales de calidad

La inversión y trabajo en C&T de la construcción de viviendas es baja. El mérito innovativo del trabajo de desarrollo se estima bajo, pocos trabajos son resultado de la aplicación de nuevos conocimientos que surgen de esfuerzos importantes de I+D.

El país debe avanzar en todos los frentes para reducir brechas de calidad. No obstante ... considerando las urgencias relativas, las prioridades son:

- **El eje regulaciones y gobernanza** : el país necesita primero perfeccionar su marco regulatorio
- **El eje innovación y competitividad** : con énfasis en el desarrollo de estándares y criterios de diseño para reducir los niveles de demanda energética en viviendas

**El trabajo de I+D debiera apuntar primero al objetivo social de reducir la demanda energética del parque ..... esto es, a mejorar la calidad energética de la vivienda en Chile.**



**GRACIAS**

1<sup>er</sup> Seminario Internacional  
Innovación hacia un  
**Hábitat Sustentable**  
"Un desafío global"