

Tecnología y procesos constructivos para le eficiencia energética

Alejandra Schueftan H.

Académica Instituto de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Austral de Chile

Investigadora Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, CEDEUS

Investigadora Asociada Instituto Forestal



Contexto local



Contexto local



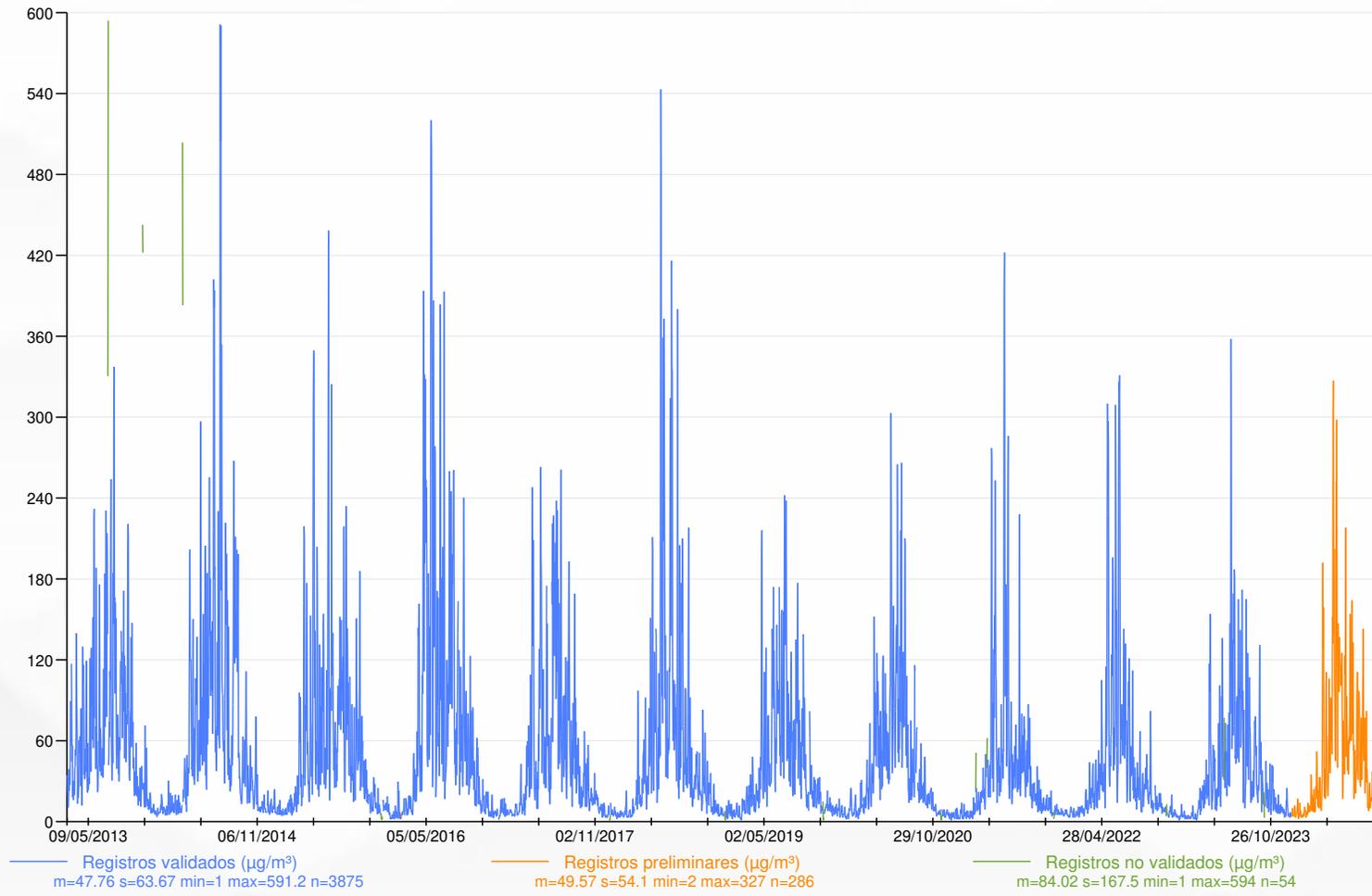
Contexto local

MP 2,5 - registro diario

Tipo de Grafico: Serie de Tiempo
Serie Tiempos seleccionada:
x2:Coyhaique, PM25, VAL[M], Value
01/03/2013 00 - 09/10/2024 00

x1:Coyhaique, PM25, RAT[M], Value

x3:Coyhaique, PM25, LIN[M], Value



Contexto local



Alta demanda de
energía para
calefacción



Calefactores que
permiten el ahogo del
aire de entrada



Leña sobre
25% de humedad

Contexto local



Alta demanda de
energía para
calefacción



Calefactores que
permiten el ahogo del
aire de entrada

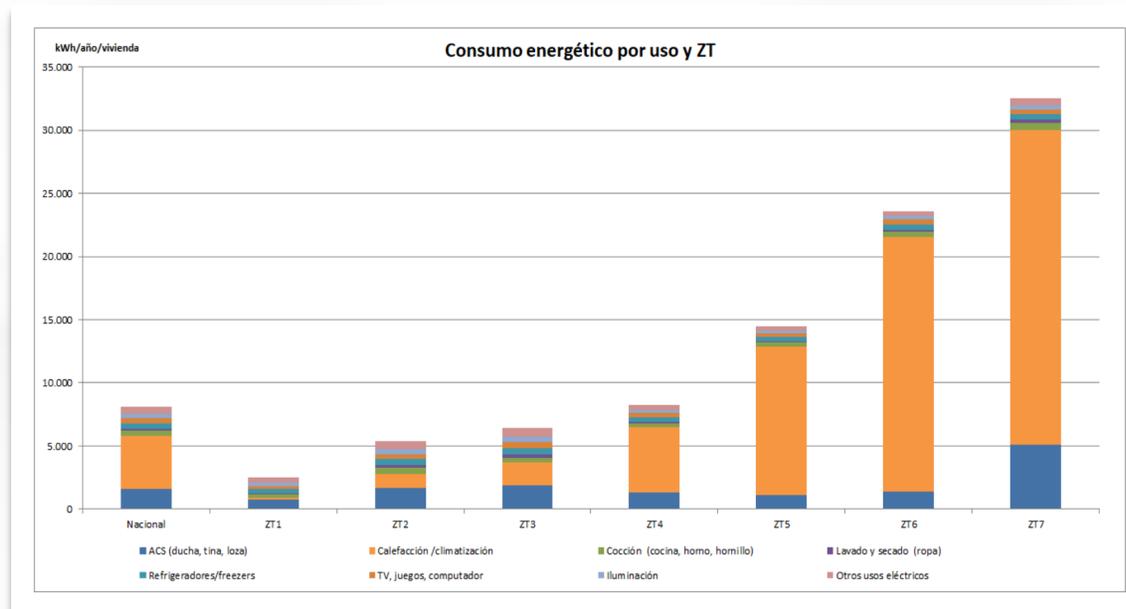
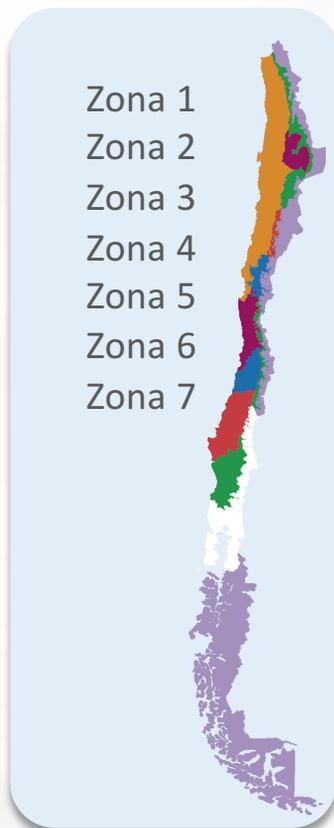


Leña sobre
25% de humedad

85%

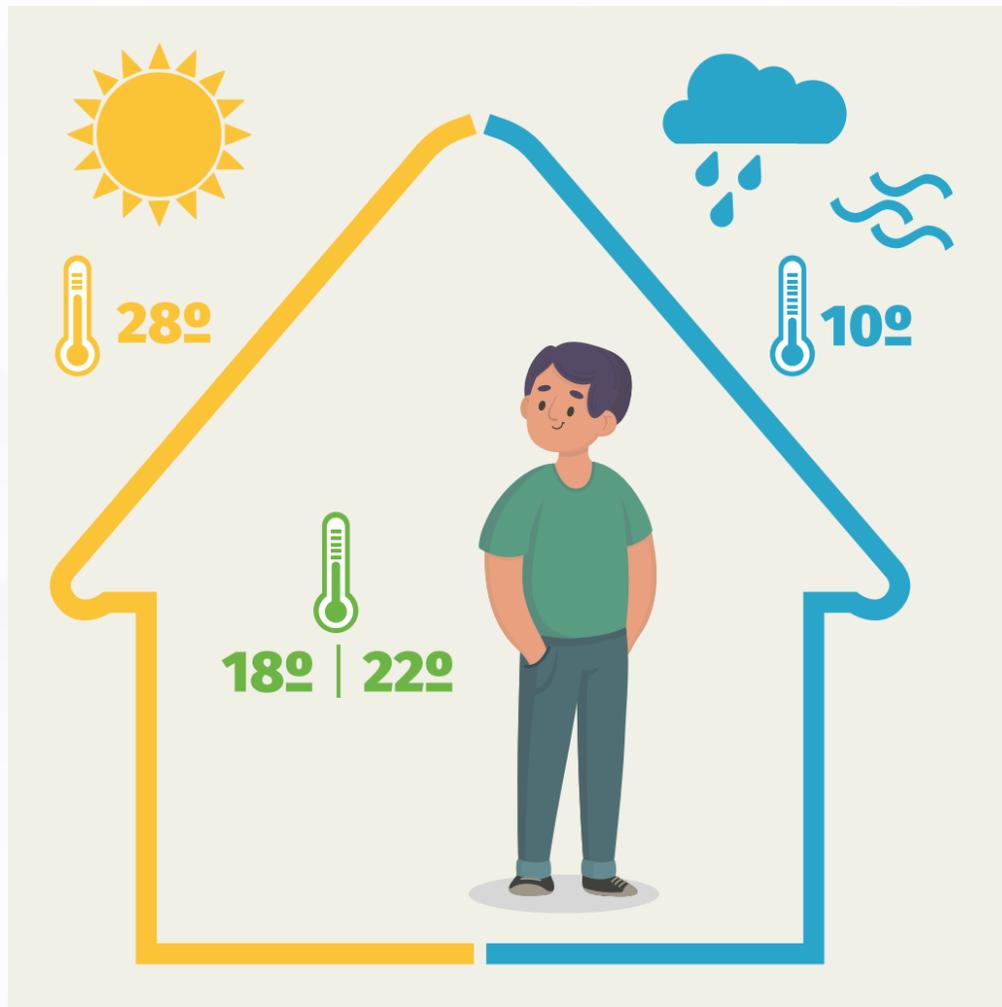
de las viviendas fueron construidas antes
de la Normativa Térmica

Contexto local



Fuente: In-Data, CDT, 2019.

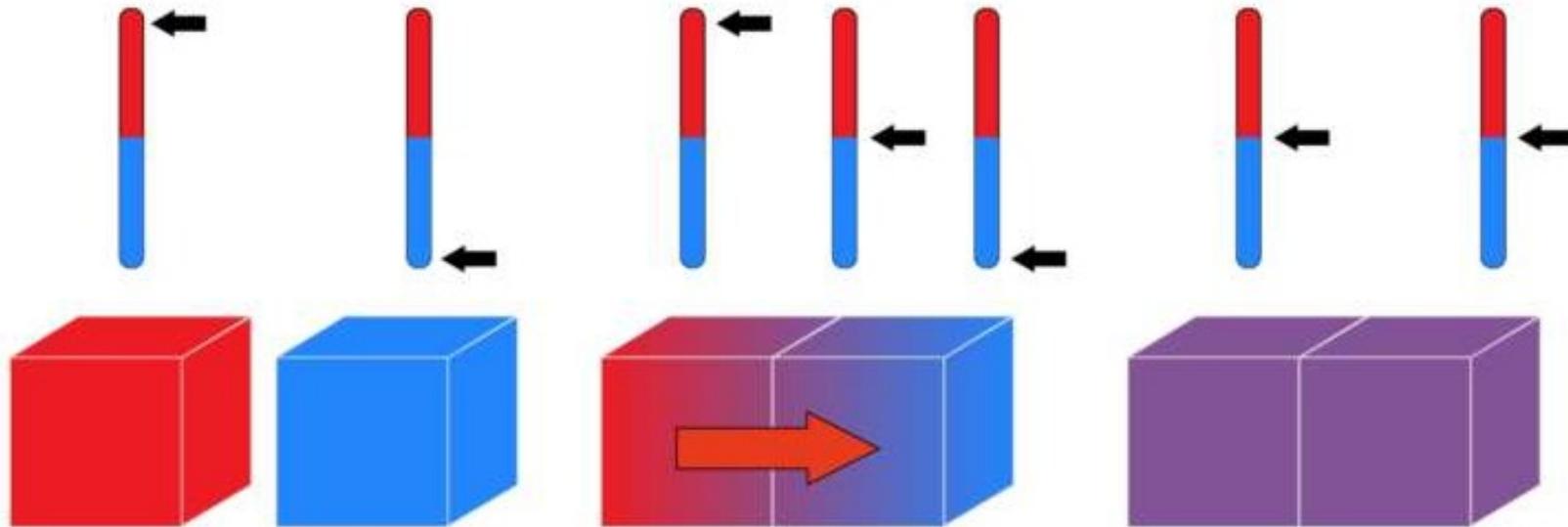
Vivienda y balance térmico



Vivienda y balance térmico



Vivienda y balance térmico



Vivienda y balance térmico

CONDUCCIÓN

Es la transmisión de calor en forma directa de molécula a molécula en el mismo cuerpo o en contacto directo entre cuerpos.

CONVECCIÓN

Es la transmisión de calor a través de fluidos gases o líquidos.

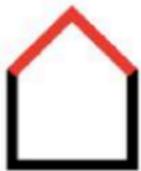
RADIACIÓN

Es la propagación del calor en forma de radiaciones de ondas electromagnéticas.

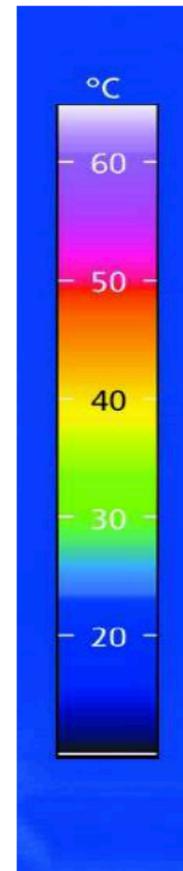
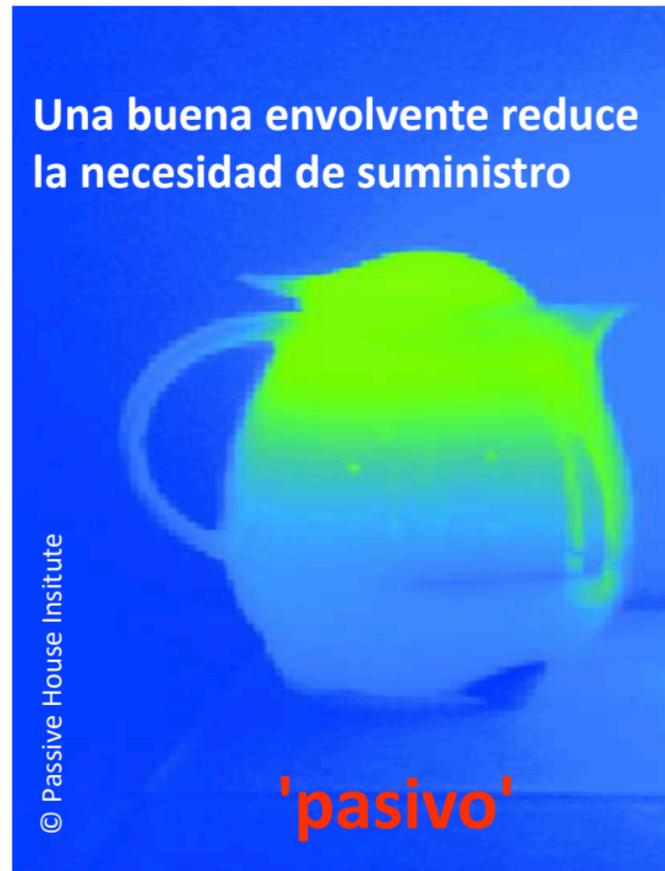
Vivienda y balance térmico



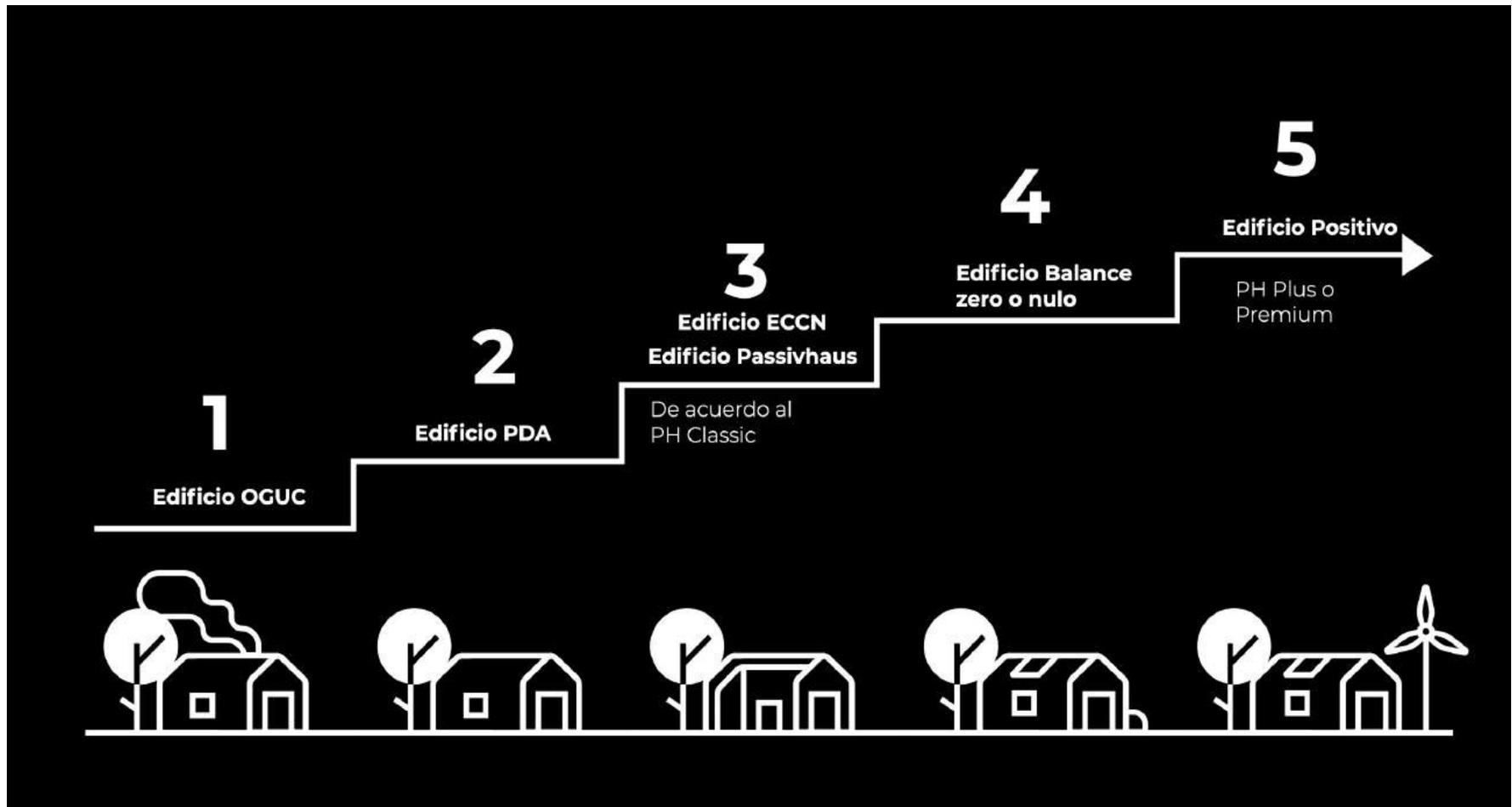
Fuente: Google



Vivienda y balance térmico

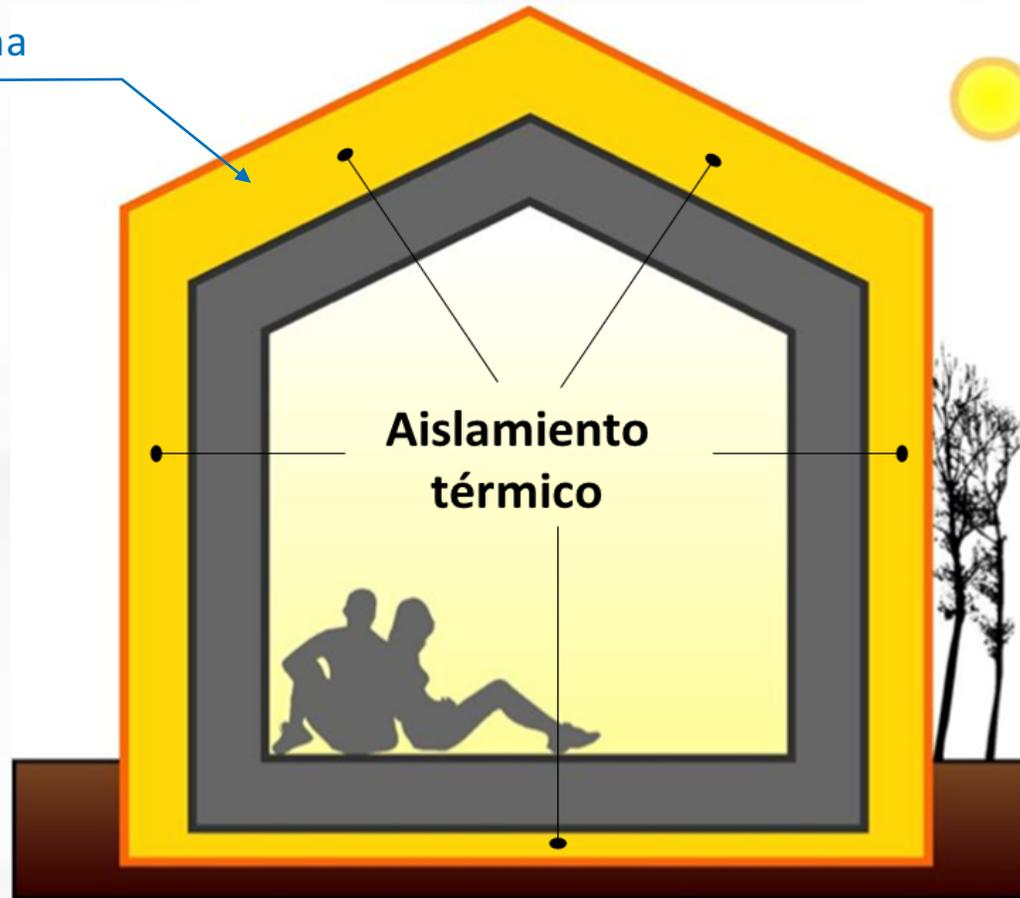


Regulaciones y estándares voluntarios



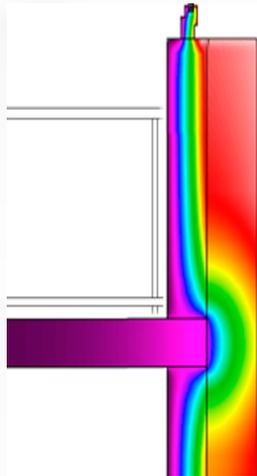
Conceptos técnicos – transmitancia térmica

U depende del clima



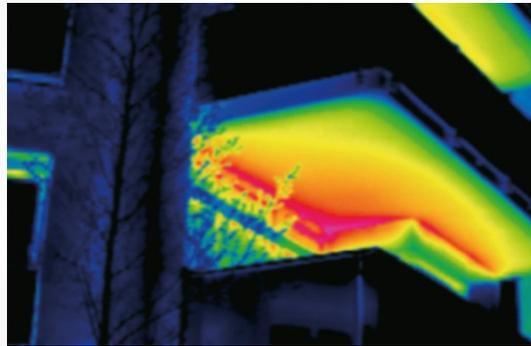
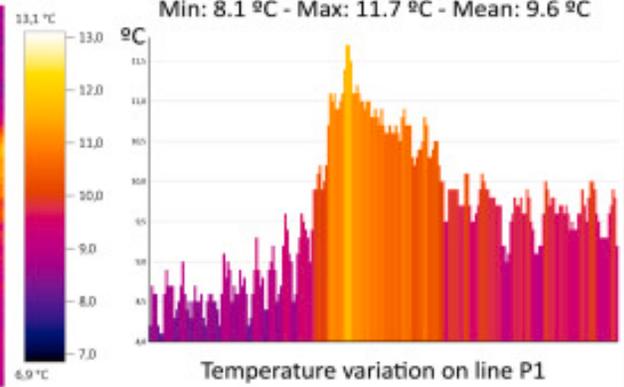
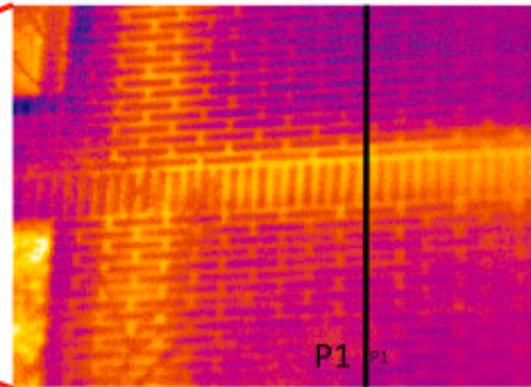
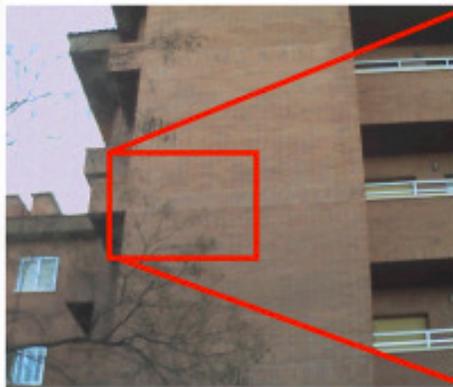
Conceptos técnicos – puentes térmicos

- ✓ Generan pérdidas de energía
- ✓ Reducen la temperatura de las superficies internas de la edificación, generando puntos de condensación y aparición de hongos o moho.

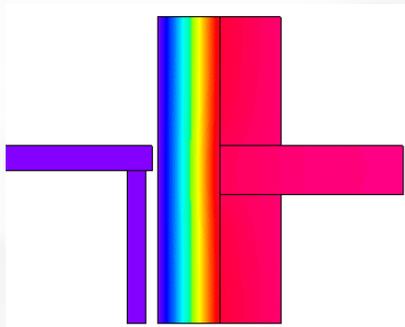
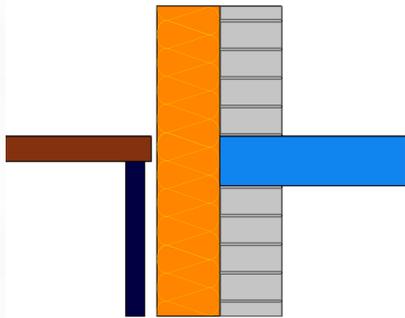


Conceptos técnicos – puentes térmicos

Puentes térmicos lineales: ψ (PSI: W/mK)



Conceptos técnicos – puentes térmicos



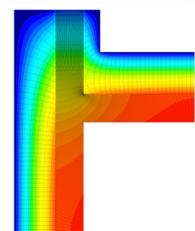
Ejemplo: balcón al frente del edificio

- En lo posible, la carga no debe ser transferida a la fachada
- Debe haber solo pocas conexiones de pequeño tamaño
- Hay pérdidas de calor adicionales a causa de los puntos de conexión, pero mucho menores que con un balcón en voladizo



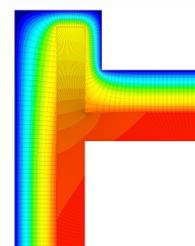
Conceptos técnicos – puentes térmicos

Construcción maciza de
cubierta



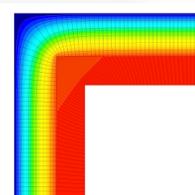
$$\psi = 0,40$$

W/(mK)



$$\psi = 0,11$$

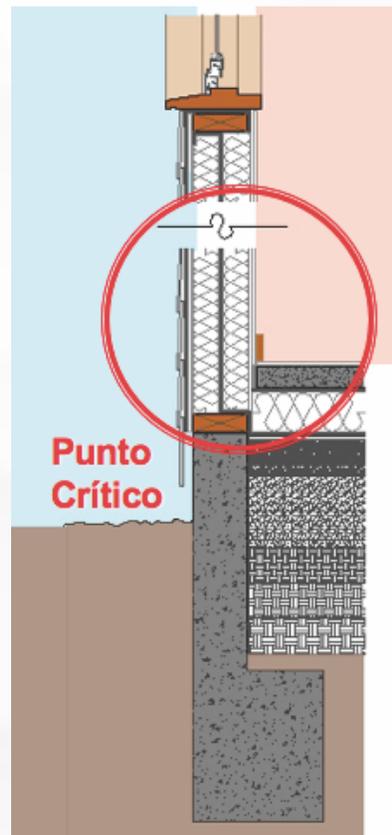
W/(mK)



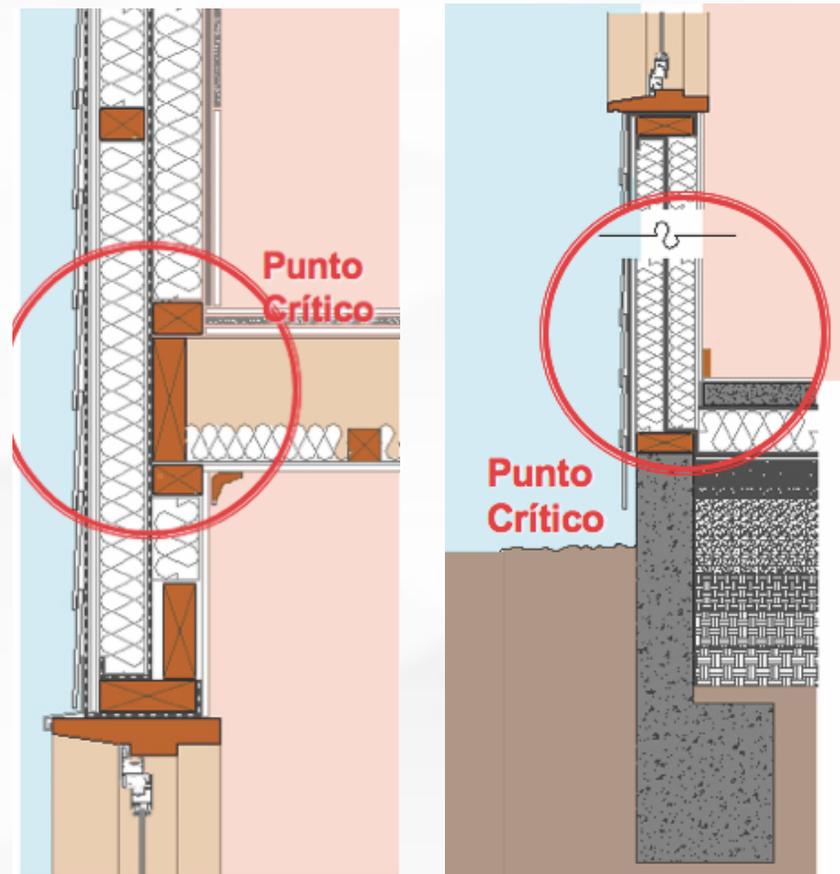
$$\psi = -0,05$$

W/(mK)

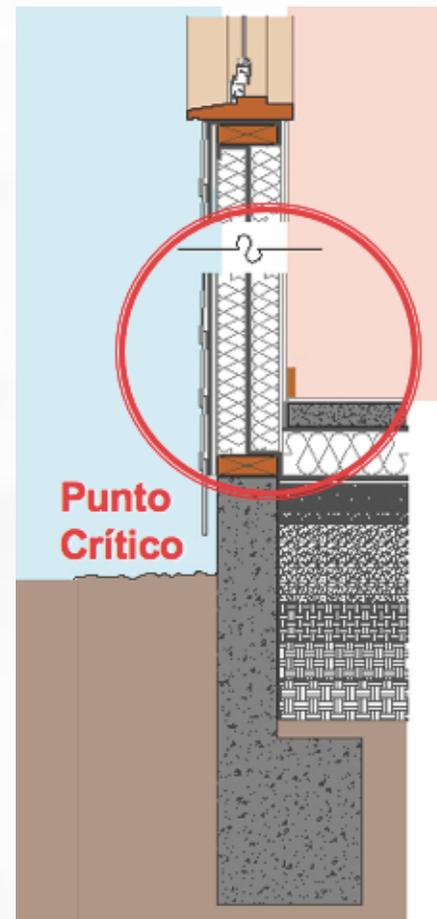
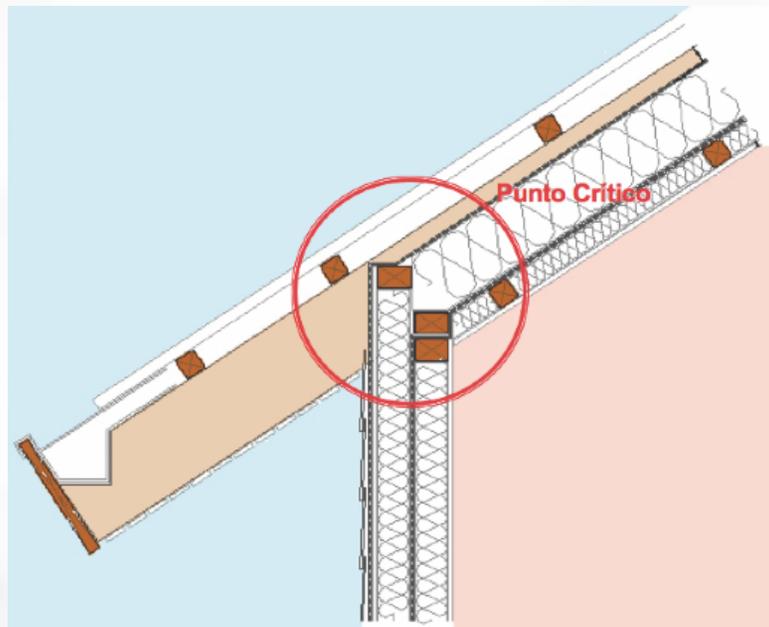
Conceptos técnicos – puentes térmicos



Conceptos técnicos – puentes térmicos



Conceptos técnicos – puentes térmicos



Conceptos técnicos – barreras protectoras de aislantes



Conceptos técnicos – barreras protectoras de aislantes

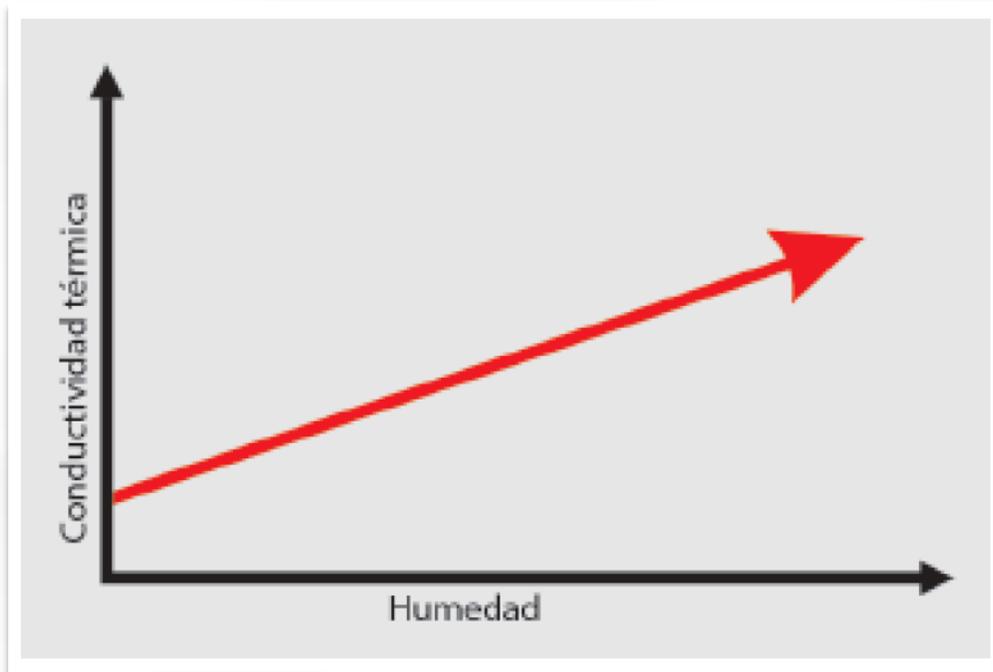
Barrera de Humedad y Barrera de Vapor



Conceptos técnicos – barreras protectoras de aislantes

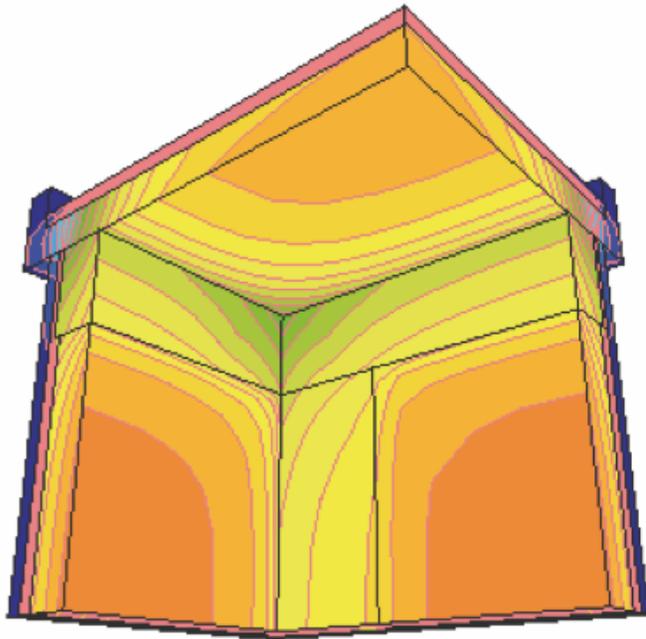


Gráfico cualitativo de
conductividad térmica v/s
humedad



Fuente: CDT - CChC. (2012). Humedad por Condensación en Viviendas. Prevención y Soluciones.

Conceptos técnicos – barreras protectoras de aislantes

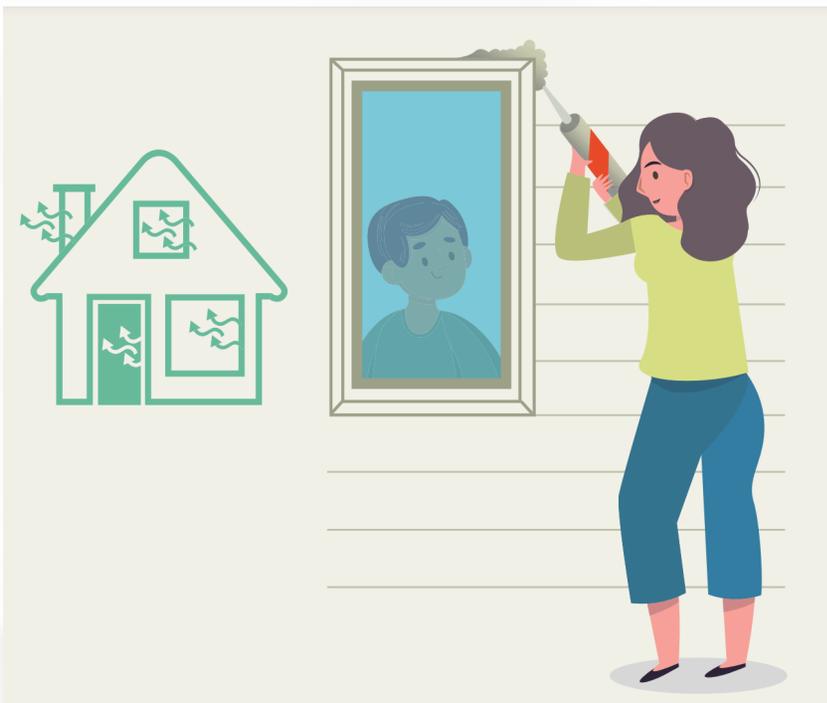


Los puentes térmicos pueden tener efectos negativos:

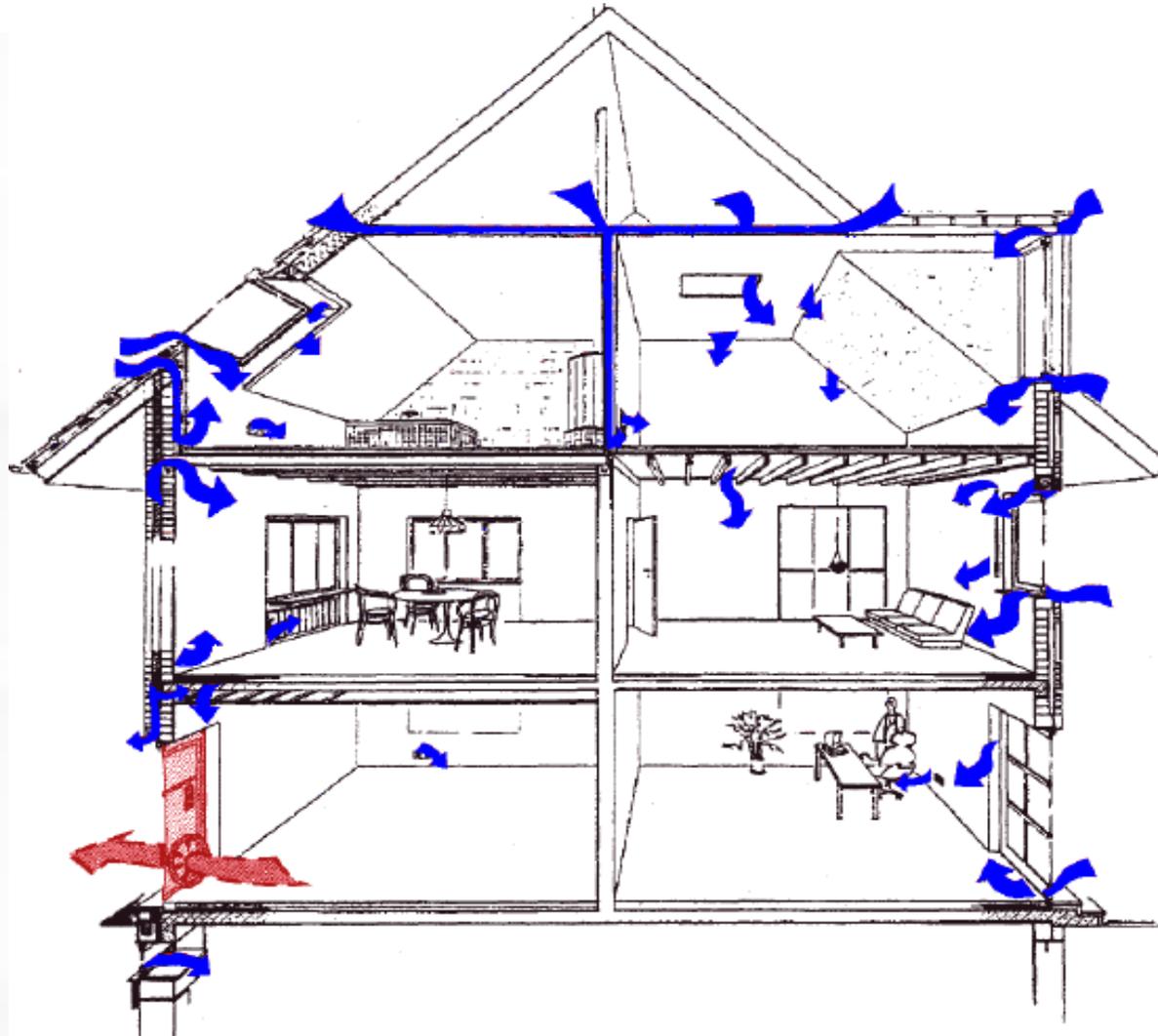
- Aumento del flujo térmico entre el interior y el exterior
- Aumento de la humedad relativa (en invierno) en la superficie de la envolvente térmica, debido a la reducción de la temperatura de esta superficie



Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones



Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones



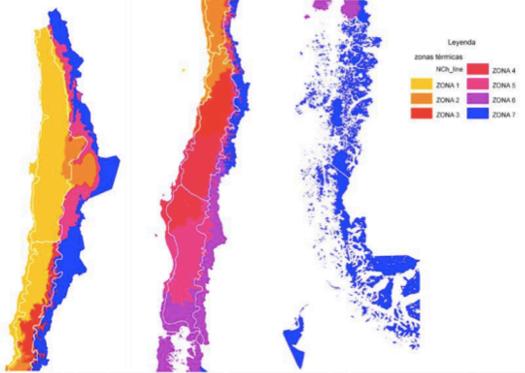
Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones

ZONAL TÉCNICA EVALUACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS

TÉRMICA

Normativa aplicable
Artículo 4.4.10_OGUC

Establece exigencias de comportamiento térmico para elementos constructivos de la envolvente de las viviendas; techos, muros, pisos ventilados y porcentaje máximo de superficie vidriada, según la zona térmica de ubicación del proyecto.



ZONA TÉRMICA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS		% máximo de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente		
	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W	VIDRIO MÚLTIPLE	DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO	U <-2,4 W/m ² K
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28	50%	60%	80%
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15	40%	60%	80%
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43	25%	60%	80%
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67	21%	60%	75%
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00	18%	51%	70%
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56	14%	37%	55%
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13	12%	26%	37%

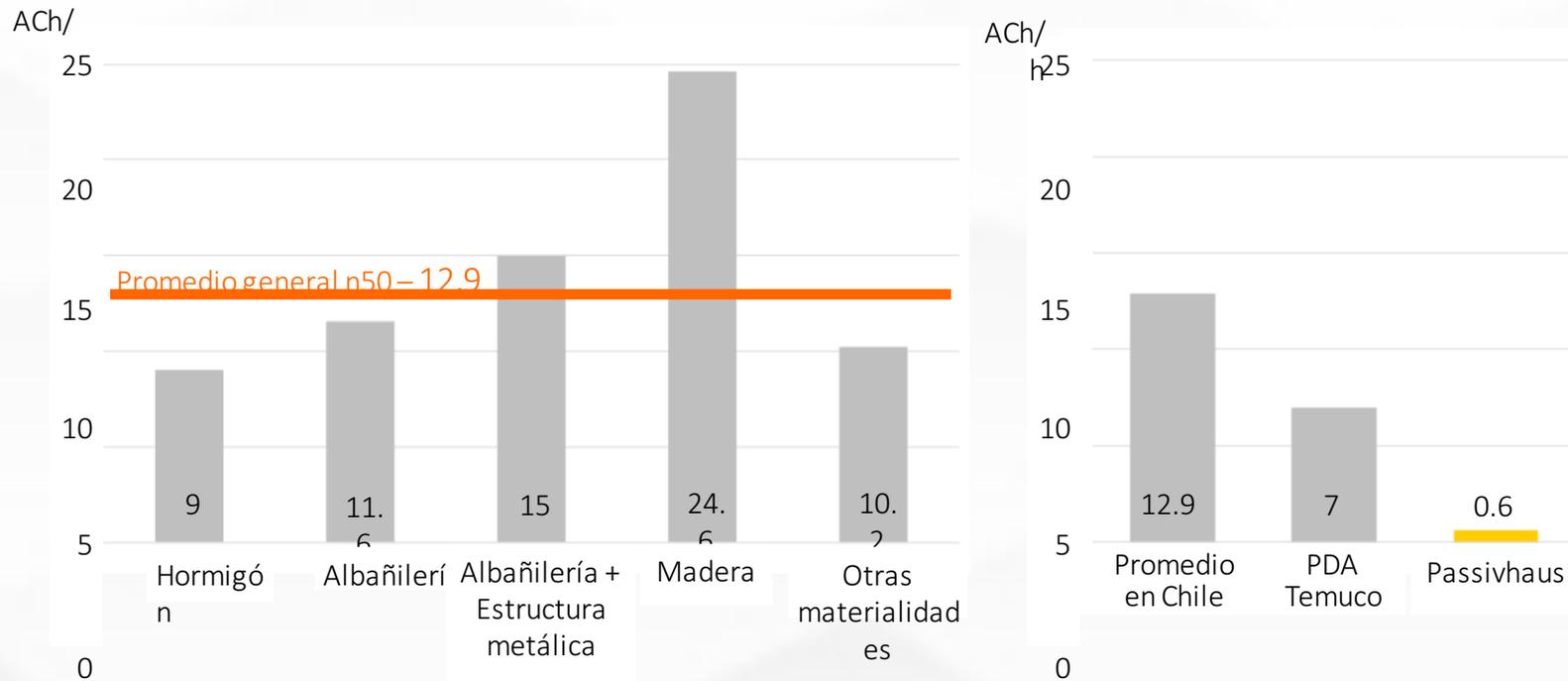


Tabla N° 18. Infiltraciones de aire

Elemento	Estándar	Temuco Padre Las Casas
Vivienda	Clase de infiltración de aire a 50Pa (ach)	7

Nota: El cumplimiento de la clase de infiltración de aire está referido principalmente a partidas de sellos de puertas y ventanas, sello de uniones en encuentros entre distintos elementos, sello de canalizaciones y perforaciones de instalaciones.

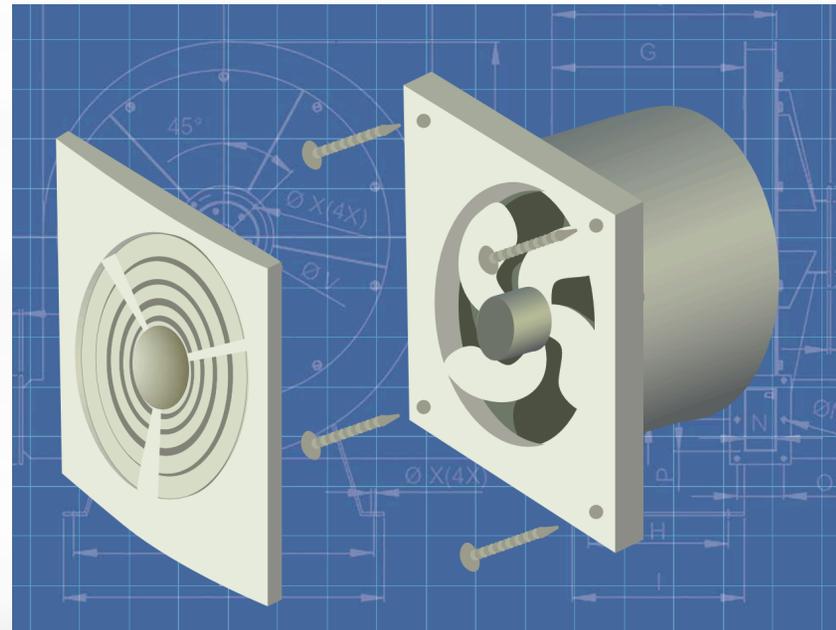
Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones



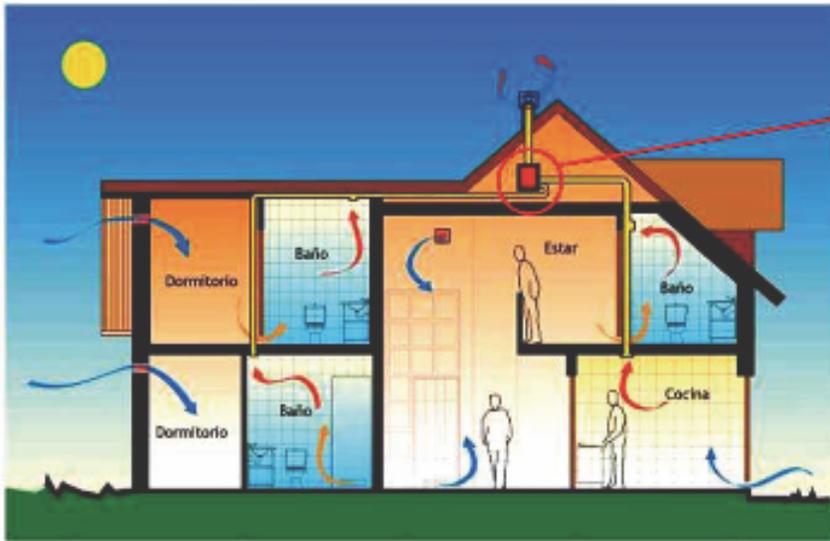
En base a datos de Manual de Hermeticidad al aire de edificaciones, Proyecto Fondef, CITEC - UBB, DECON - UC.

Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones

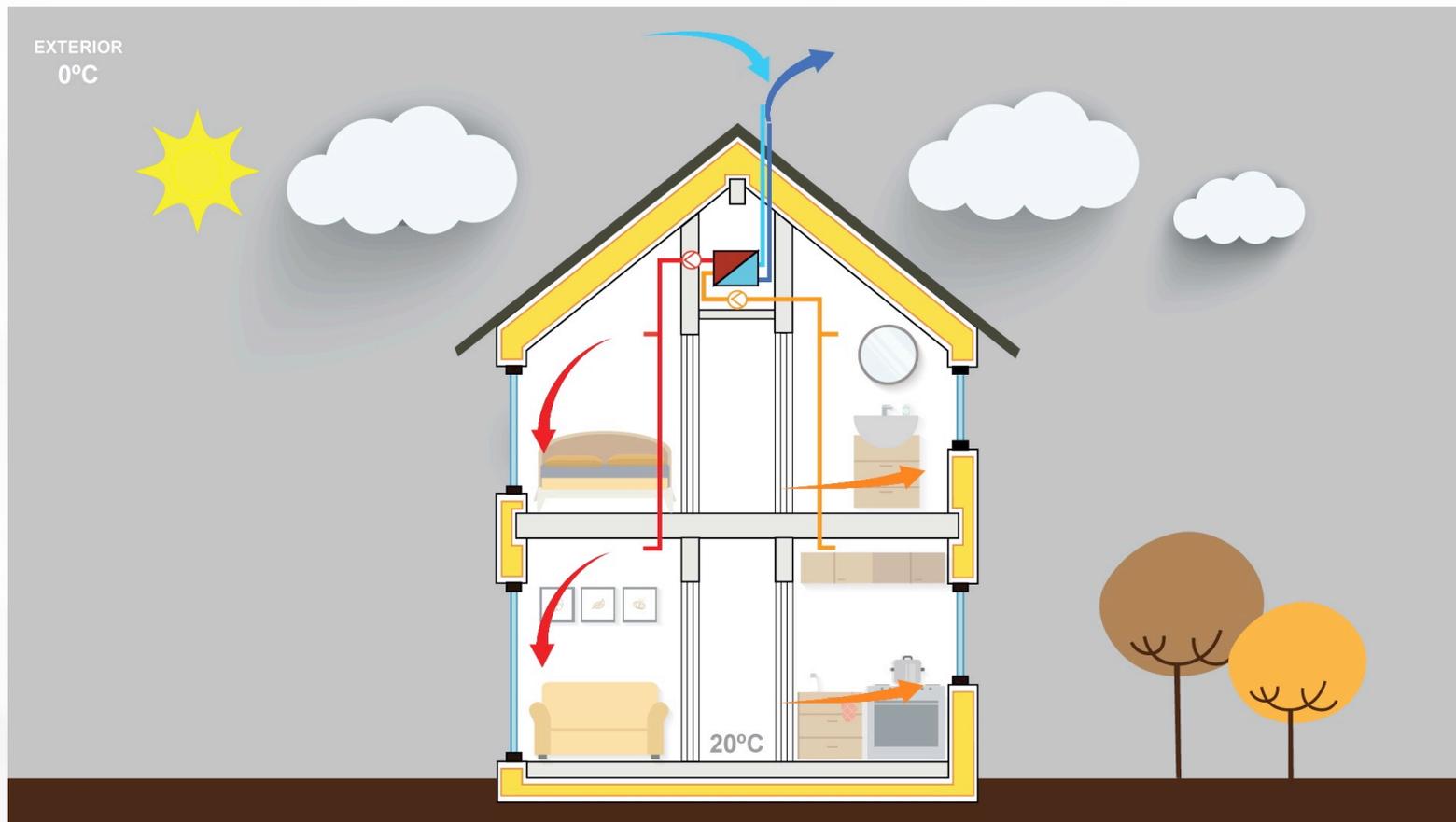
- **Ventilación natural**, abriendo ventanas y puertas
- **Ventilación forzada**, por medio algún sistema mecánico como ventiladores, extractores o intercambiadores de aire.



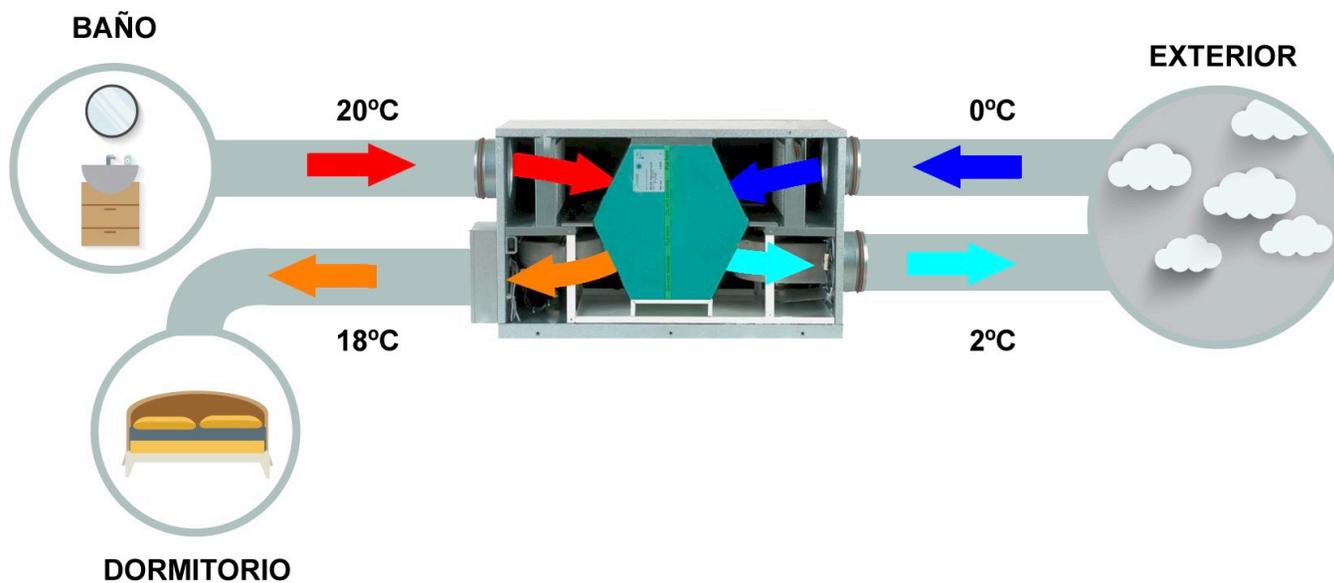
Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones



Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones



Conceptos técnicos – ventilación e infiltraciones

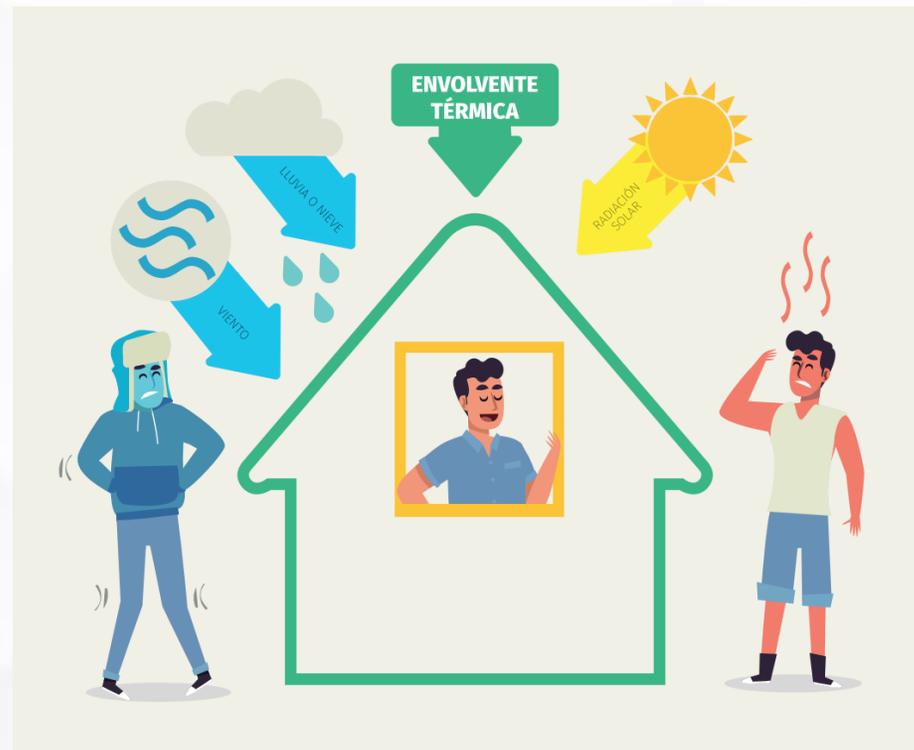


Conceptos técnicos – confort higrotérmico

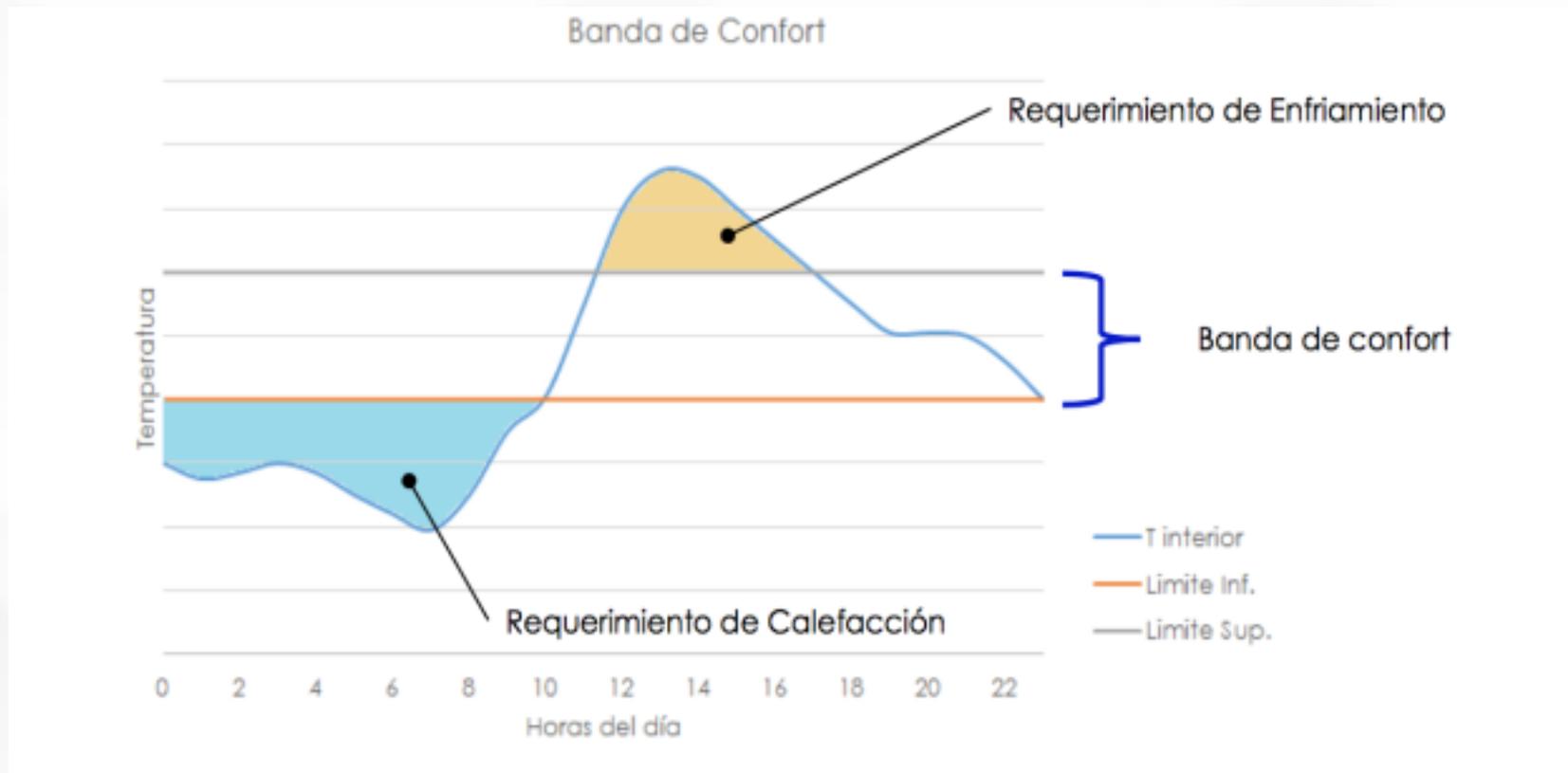


Conceptos técnicos – confort higrotérmico

- DISEÑO
- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS
- INSTALACIONES
- ENTORNO
- USUARIOS
- OPERACIÓN



Conceptos técnicos – confort higrotérmico

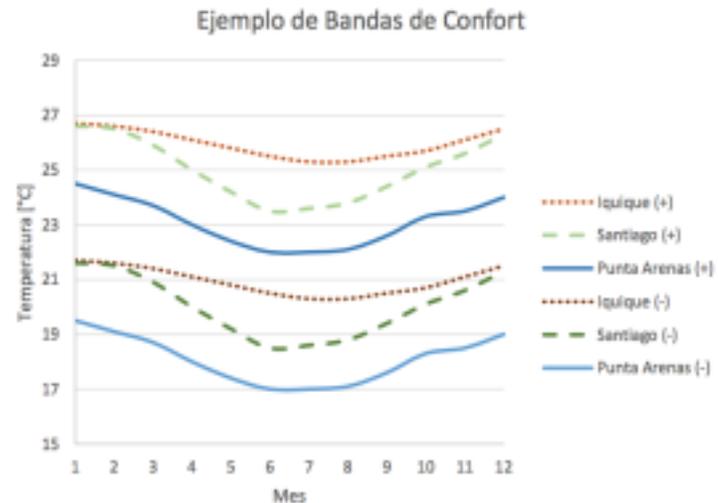


Fuente: MINVU, 2018. Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas en Chile.

Conceptos técnicos – confort higrotérmico

Tn+2,5°C 90% aceptabilidad Método Dear and Brager												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Iquique	26,7	26,6	26,4	26,1	25,8	25,5	25,3	25,3	25,5	25,7	26,1	26,5
Copiapó	26,3	26,2	25,9	25,3	24,8	24,5	24,3	24,3	24,9	25,1	25,5	25,9
Valparaíso	26,1	26,0	25,7	25,3	24,9	24,6	24,4	24,5	24,7	25,1	25,5	25,9
Santiago	26,6	26,5	25,9	25,0	24,2	23,5	23,6	23,8	24,4	25,1	25,6	26,3
Concepción	25,9	25,6	25,2	24,6	24,2	23,7	23,0	23,6	24,0	24,5	25,1	25,6
Temuco	25,9	25,8	25,3	24,5	24,0	23,4	23,3	23,5	23,9	24,4	24,9	25,5
Osorno	25,6	25,3	25,0	24,3	24,0	23,4	23,2	23,3	23,7	24,2	24,9	25,5
El Teniente	25,4	25,2	24,8	24,3	23,3	22,6	22,5	22,5	23,1	23,5	24,2	25,0
Punta Arenas	24,5	24,1	23,7	23,0	22,4	22,0	22,0	22,1	22,6	23,3	23,5	24,0
Calama	25,5	25,3	24,8	24,5	24,1	23,4	23,8	23,8	24,4	24,4	25,0	25,0

Tn-2,5°C 90% aceptabilidad Método Dear and Brager												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Iquique	21,7	21,6	21,4	21,1	20,8	20,5	20,3	20,3	20,5	20,7	21,1	21,5
Copiapó	21,3	21,2	20,9	20,3	19,8	19,5	19,3	19,3	19,9	20,1	20,5	20,9
Valparaíso	21,1	21,0	20,7	20,3	19,9	19,6	19,4	19,5	19,7	20,1	20,5	20,9
Santiago	21,6	21,5	20,9	20,0	19,2	18,5	18,6	18,8	19,4	20,1	20,6	21,3
Concepción	20,9	20,6	20,2	19,6	19,2	18,7	18,0	18,6	19,0	19,5	20,1	20,6
Temuco	20,9	20,8	20,3	19,5	19,0	18,4	18,3	18,5	18,9	19,4	19,9	20,5
Osorno	20,6	20,3	20,0	19,3	19,0	18,4	18,2	18,3	18,7	19,2	19,9	20,5
El Teniente	20,4	20,2	19,8	19,3	18,3	17,6	17,5	17,5	18,1	18,5	19,2	20,0
Punta Arenas	19,5	19,1	18,7	18,0	17,4	17,0	17,0	17,1	17,6	18,3	18,5	19,0
Calama	20,5	20,3	19,8	19,5	19,1	18,4	18,8	18,8	19,4	19,4	20,0	20,0

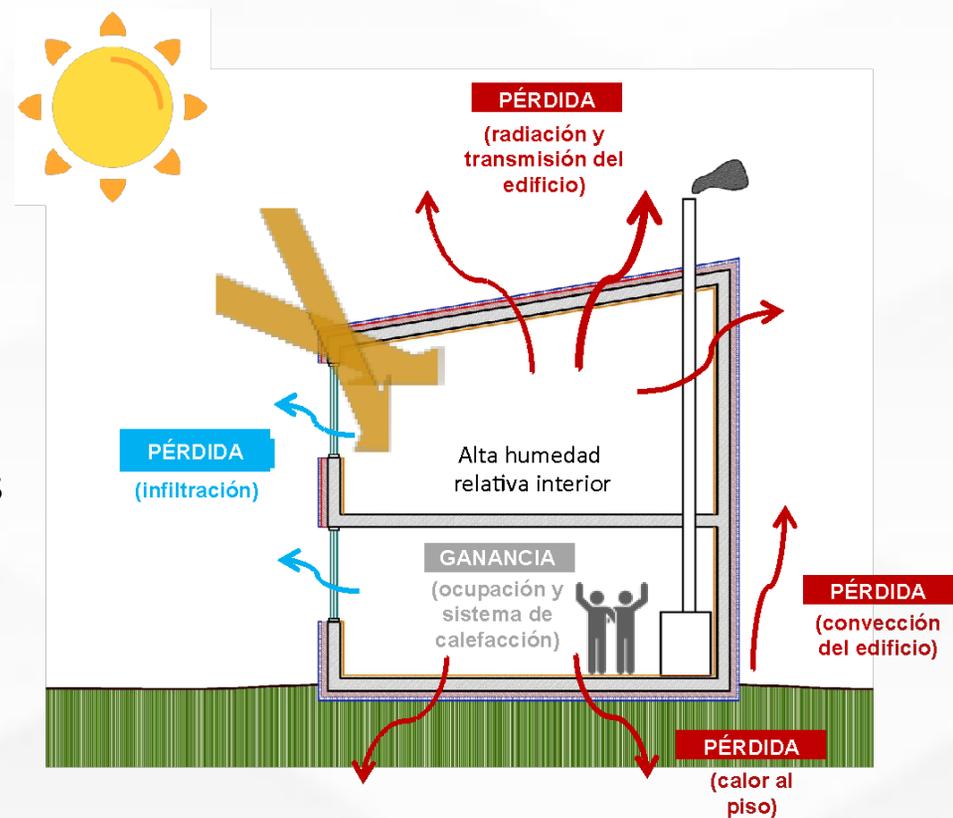


Fuente: MINVU, 2018. Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas en Chile.

Conceptos técnicos – confort higrotérmico



- Estrategias de diseño pasivo
- Sistemas constructivos eficientes
- Instalaciones eficientes



Regulaciones y estándares voluntarios - certificaciones

MONOCRITERIO:

Una Categoría (Eficiencia Energética)



-Calificación Energética de Viviendas (CEV)
-Passivhaus
-Energy Star

MULTICRITERIO:

Varias categorías



-Certificación Vivienda Sustentable (CVS)
-Certificación Edificio Sustentable (CES)
-Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

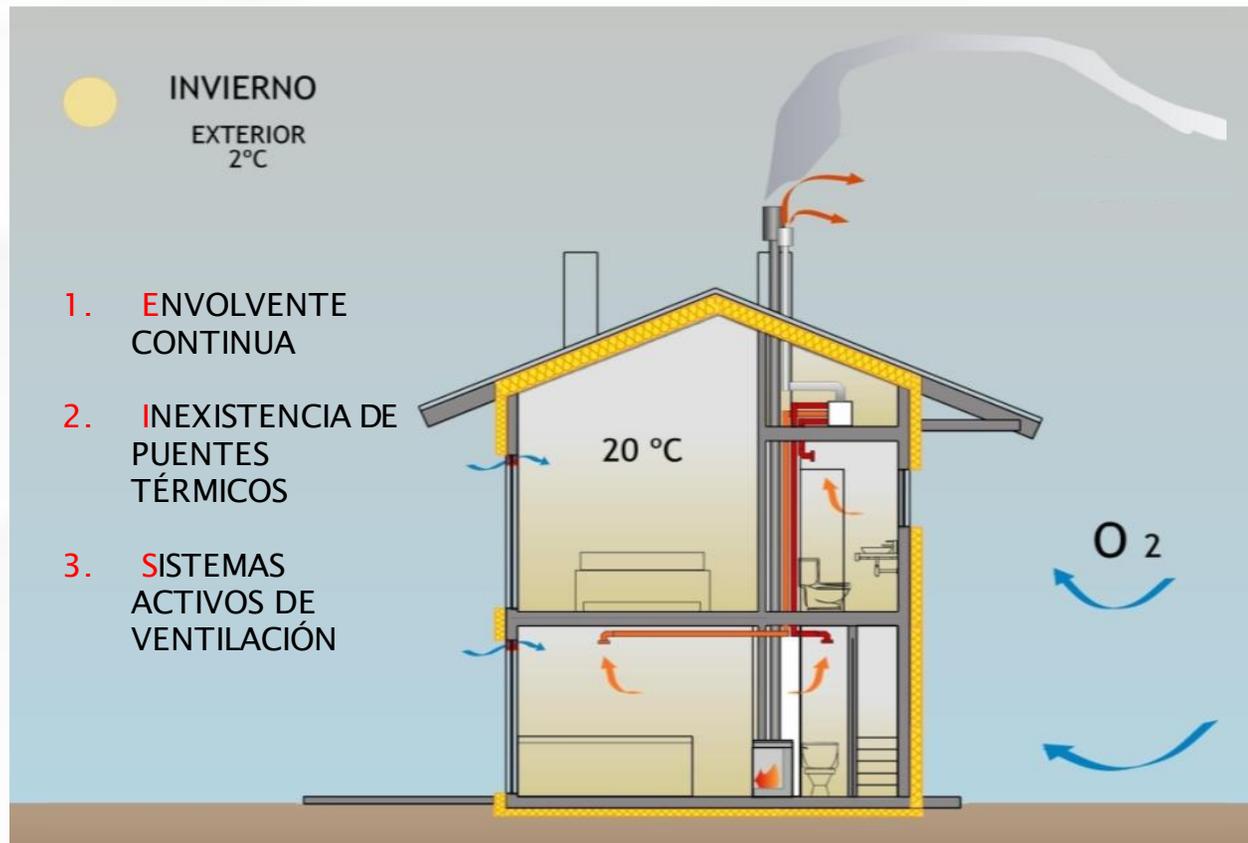
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



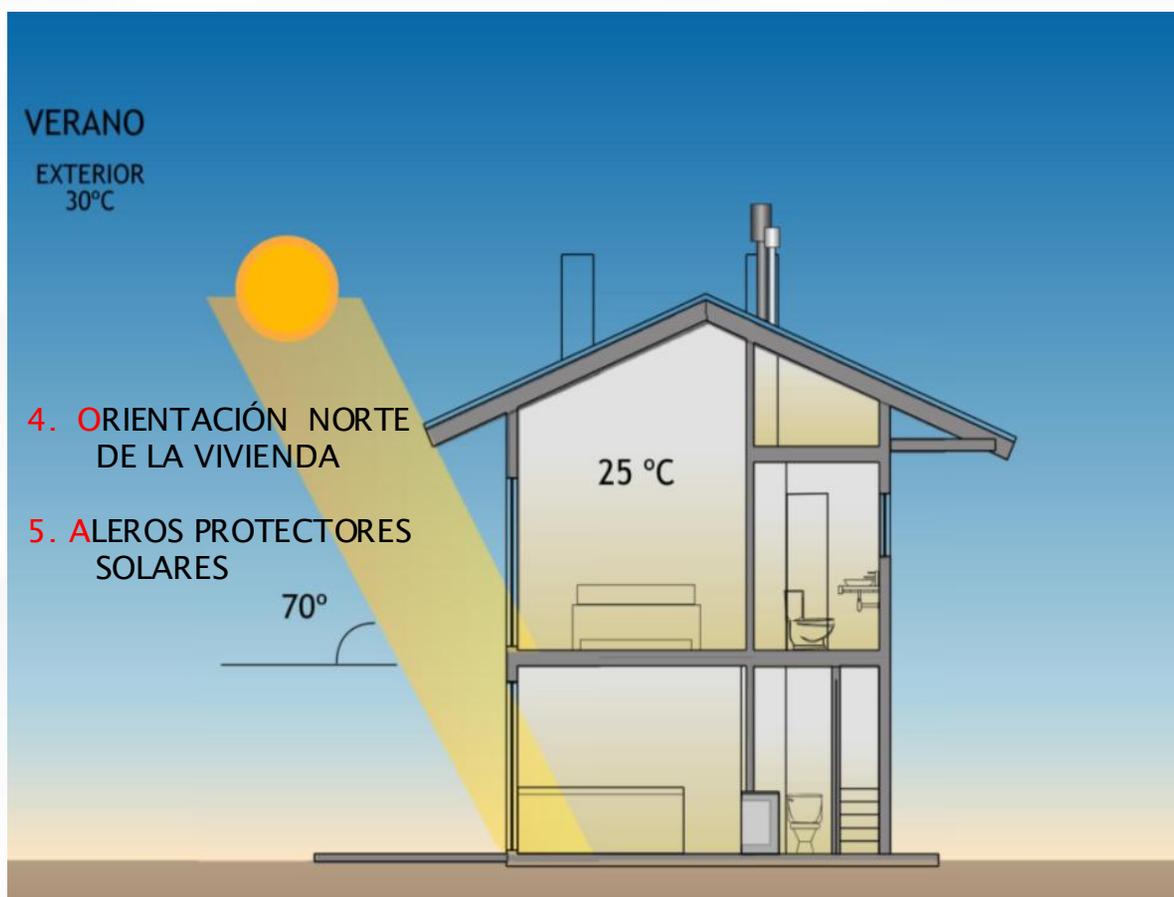
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



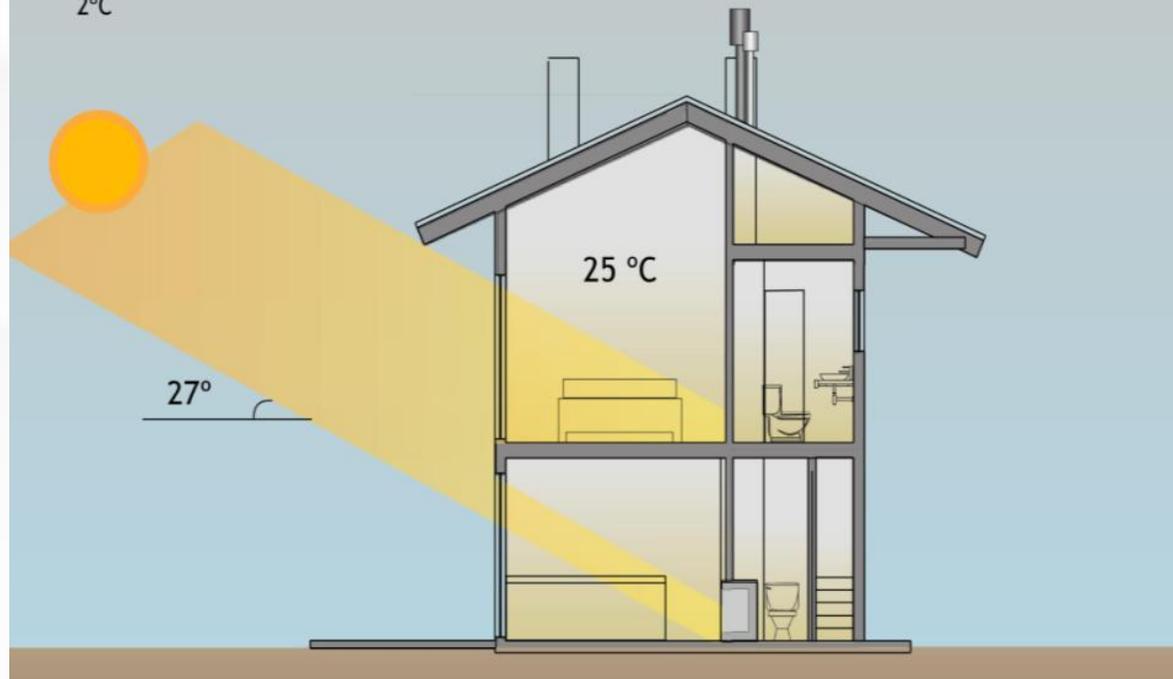
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



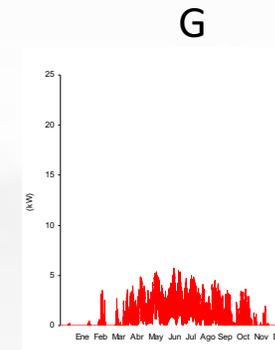
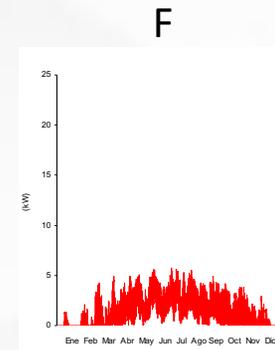
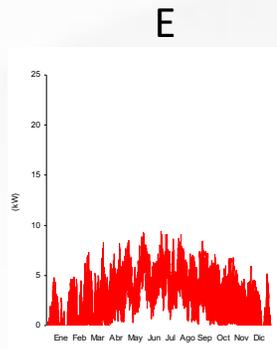
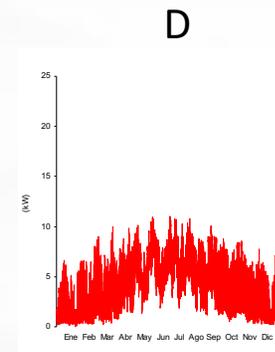
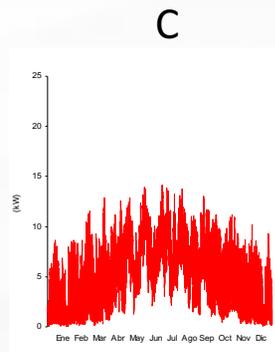
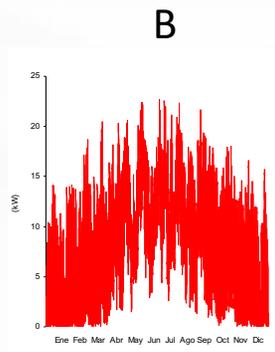
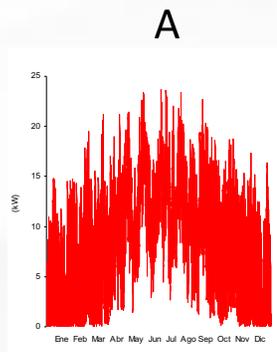
6. OPTIMIZACIÓN DE VENTANAS PARA CAPTACIÓN SOLAR PASIVA

INVIERNO
EXTERIOR
2°C

7. ORIENTACIÓN APROPIADA DE RECINTOS



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco

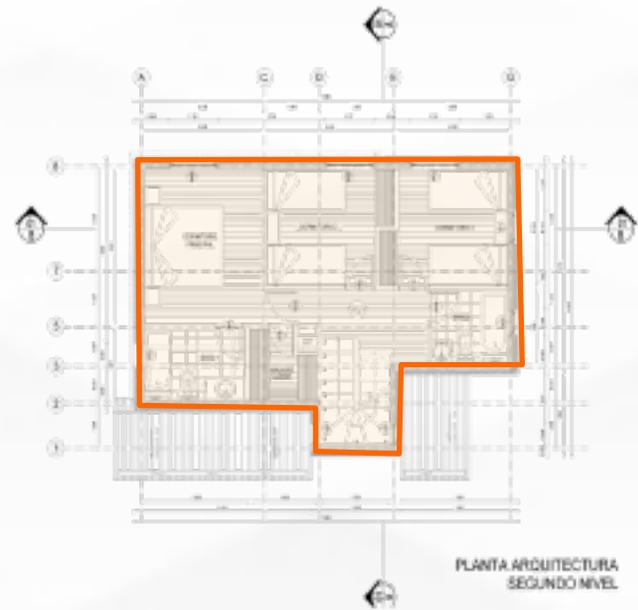


A 12T-0M-0P-VS-ACH=1.5-SUR
B 12T-0M-0P-VD-ACH=1.5-SUR
C 12T-2M-0P-VD-ACH=1.5-SUR
D 12T-2M-0P-VD-ACH=0.5-SUR
E 12T-2M-5P-VD-ACH=0.5-SUR
F 20T-10M-7P-VD-ACH=0.5-SUR
G 20T-10M-7P-VD-ACH=0.5-NORTE

Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



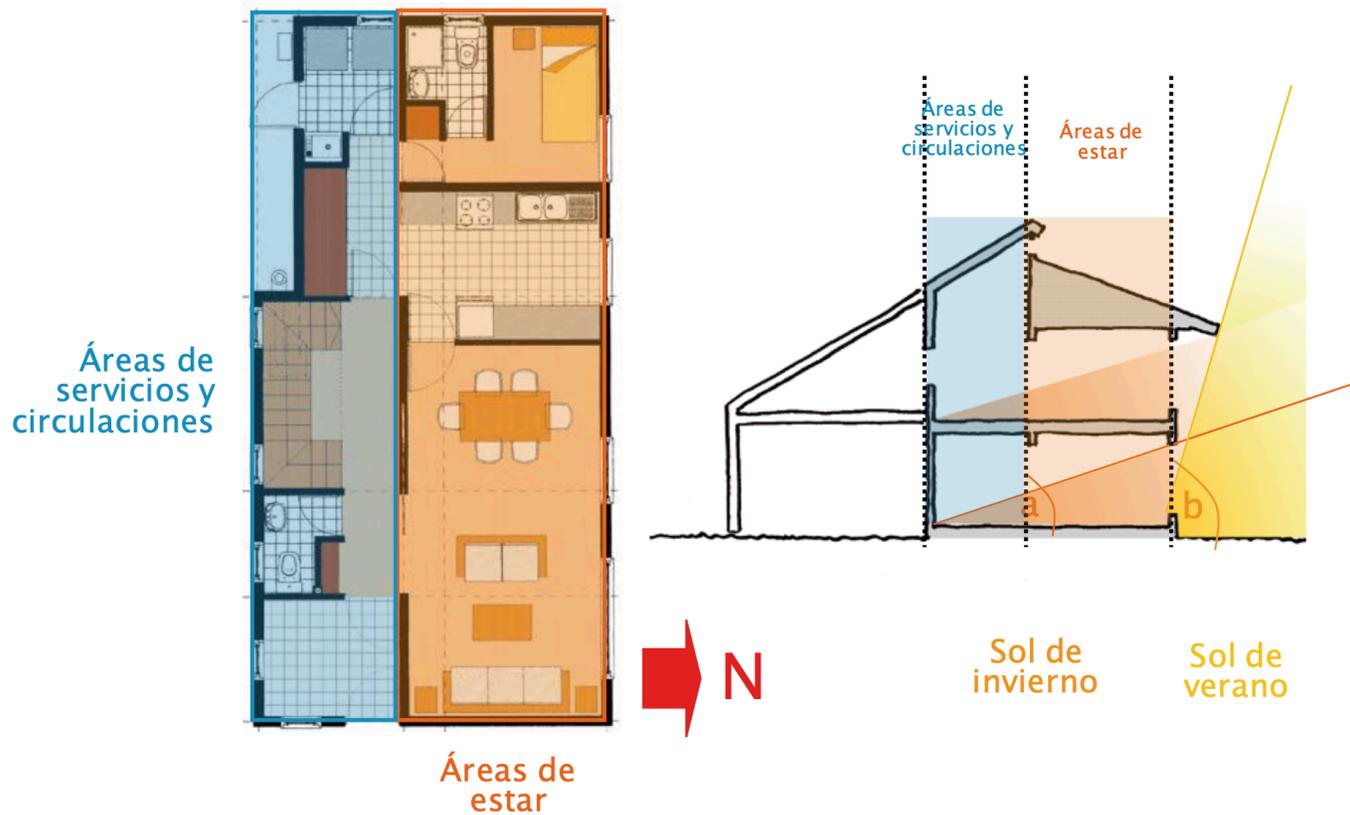
PLANTA ARQUITECTURA
PRIMER NIVEL



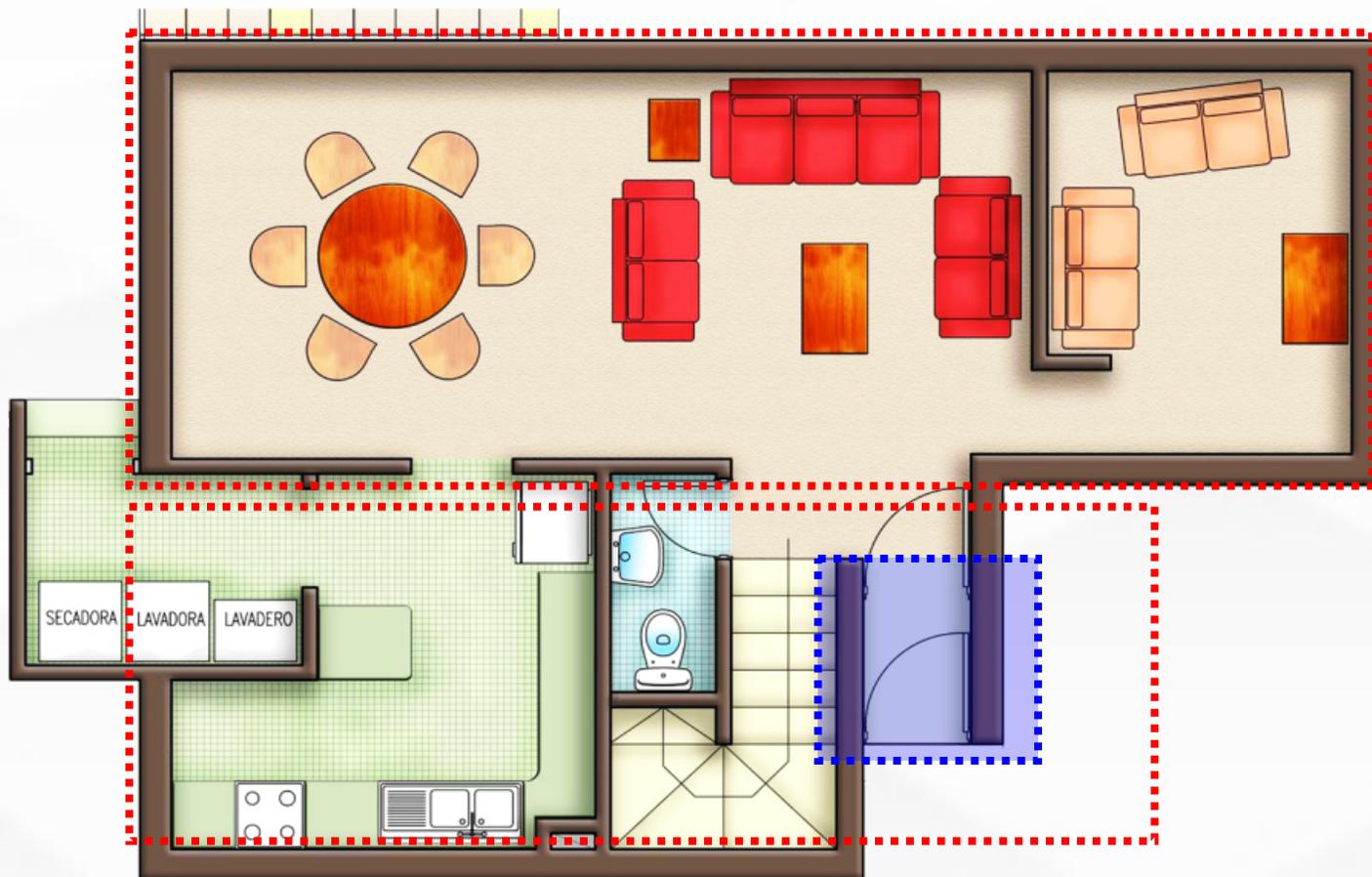
PLANTA ARQUITECTURA
SEGUNDO NIVEL



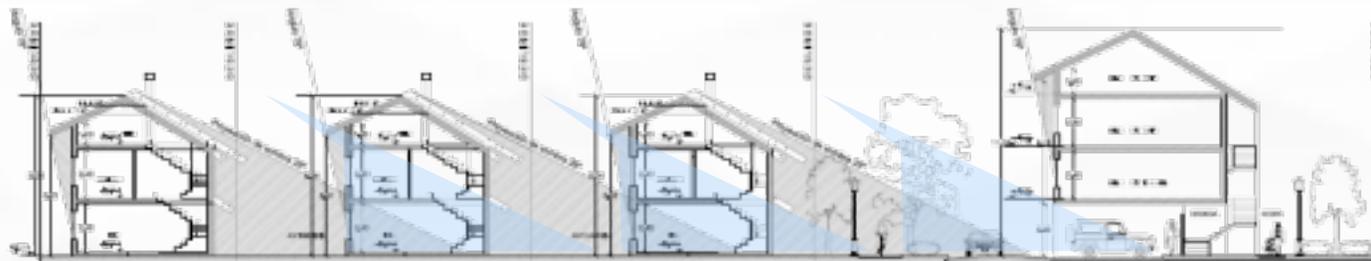
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



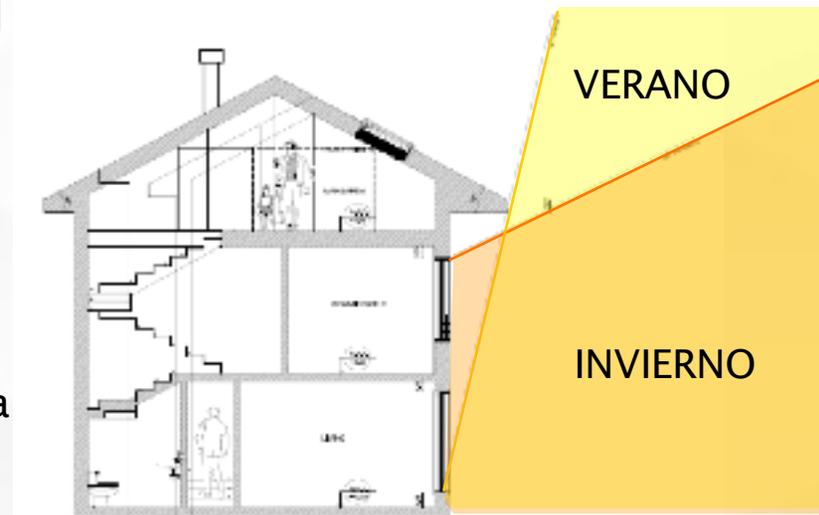
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco

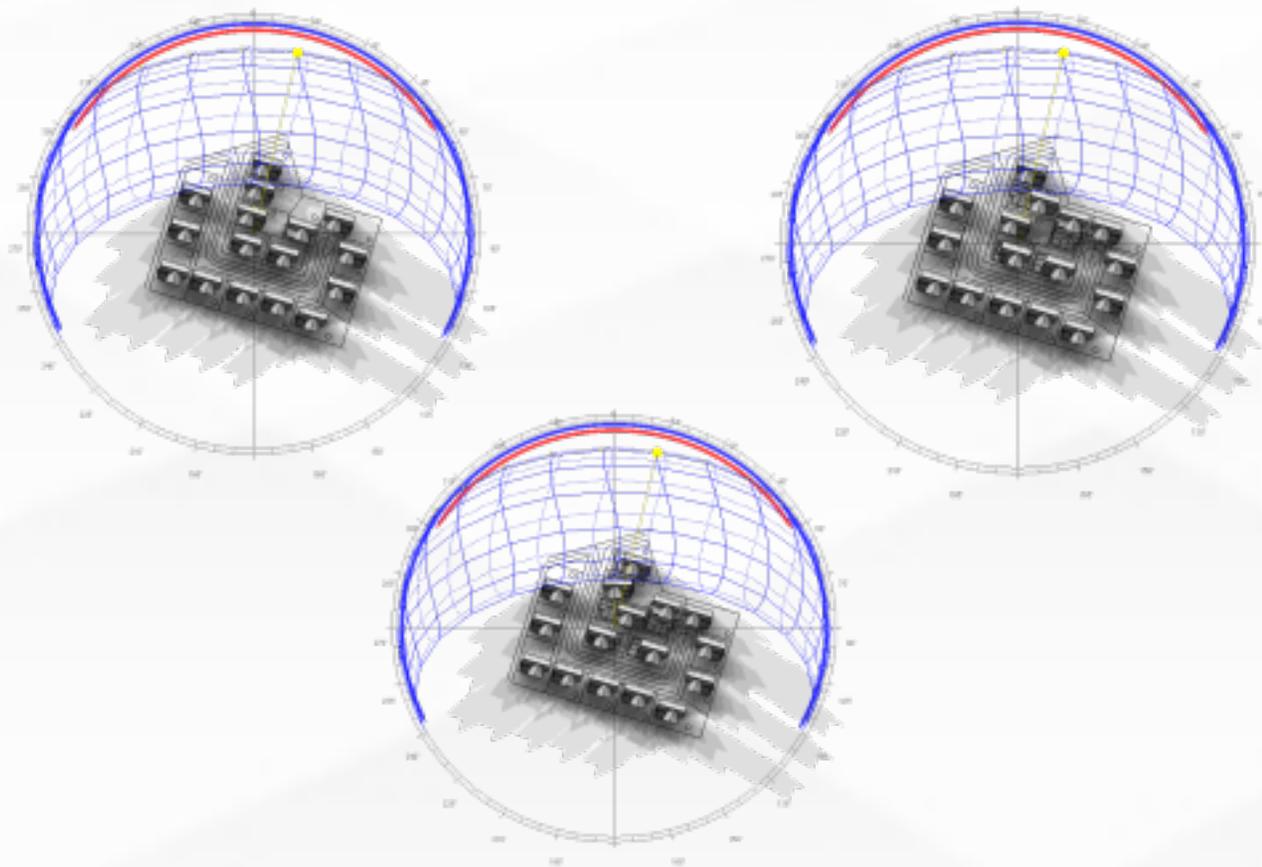


Conjunto

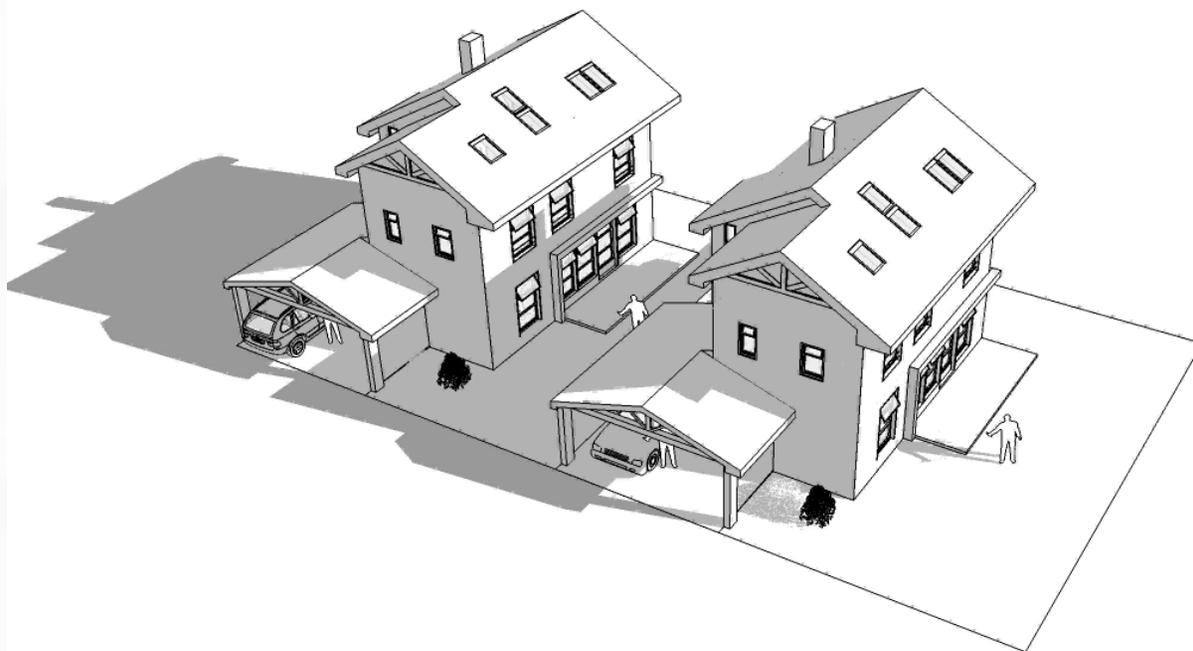


Unidad de vivienda

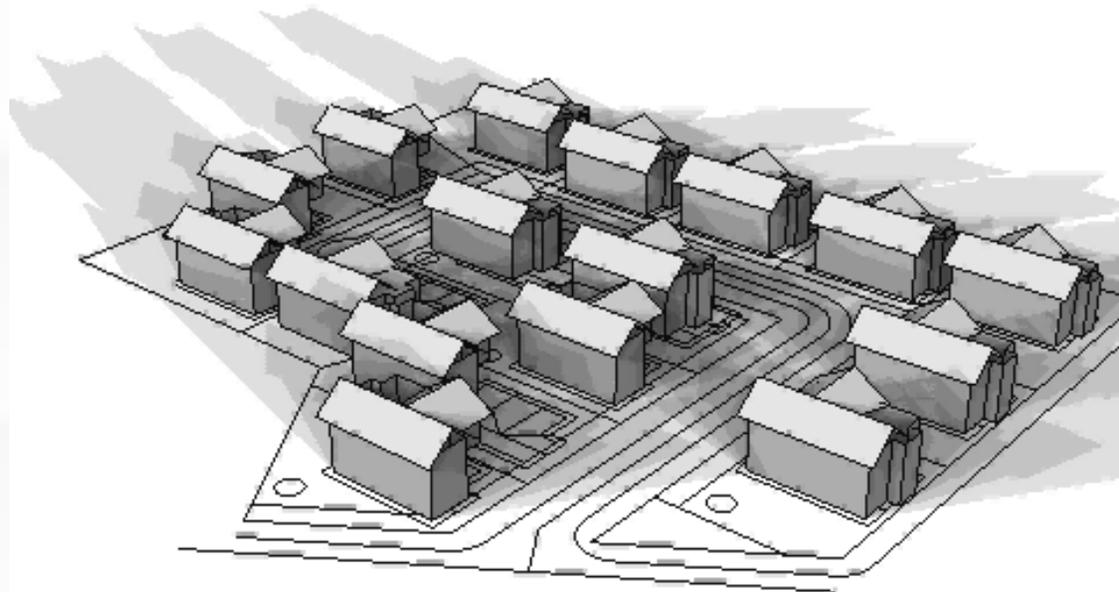
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco

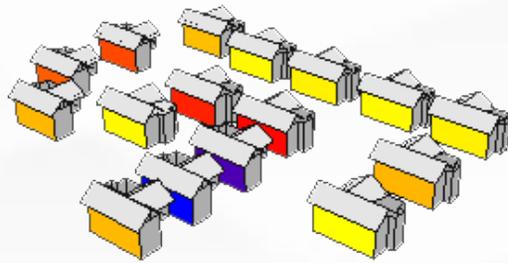


Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco

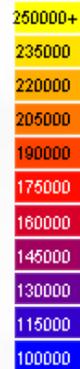


Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco

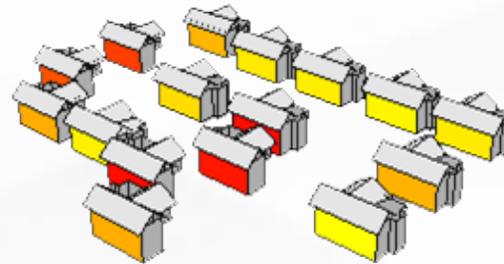
Distribución 1



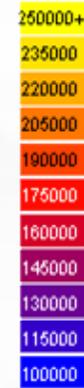
kWh/m2



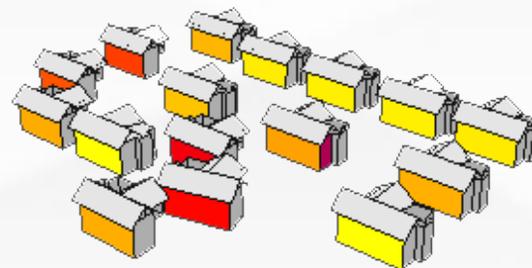
Distribución 2



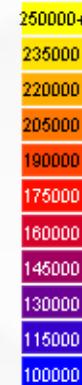
kWh/m2



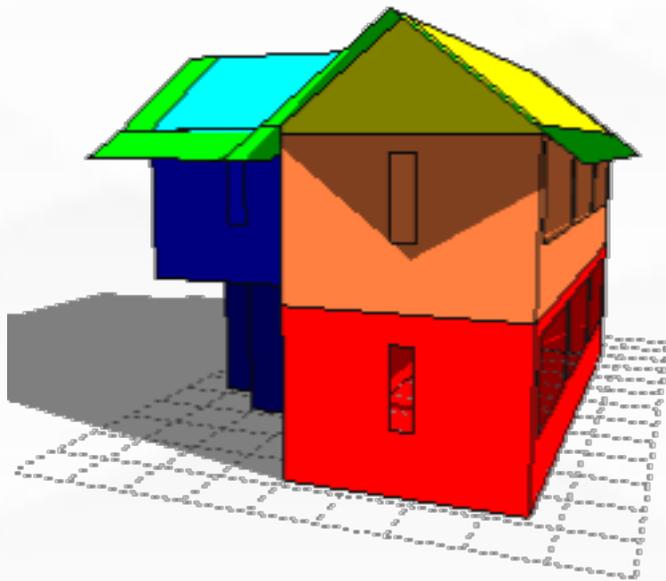
Distribución 3



kWh/m2

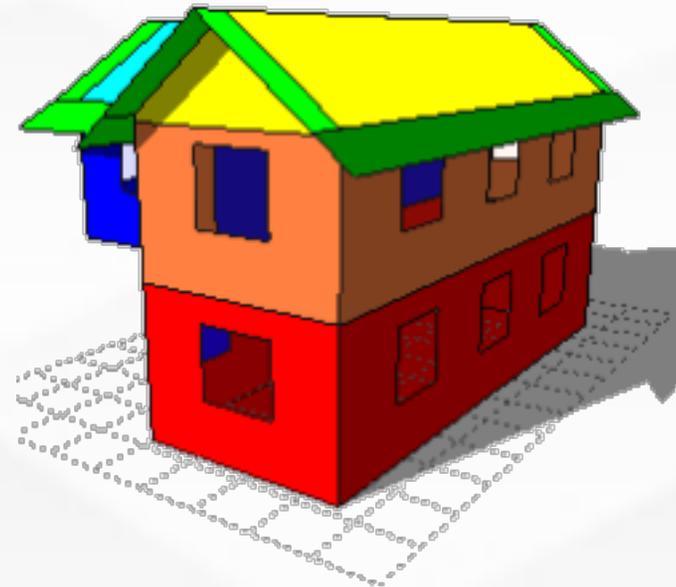


Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco

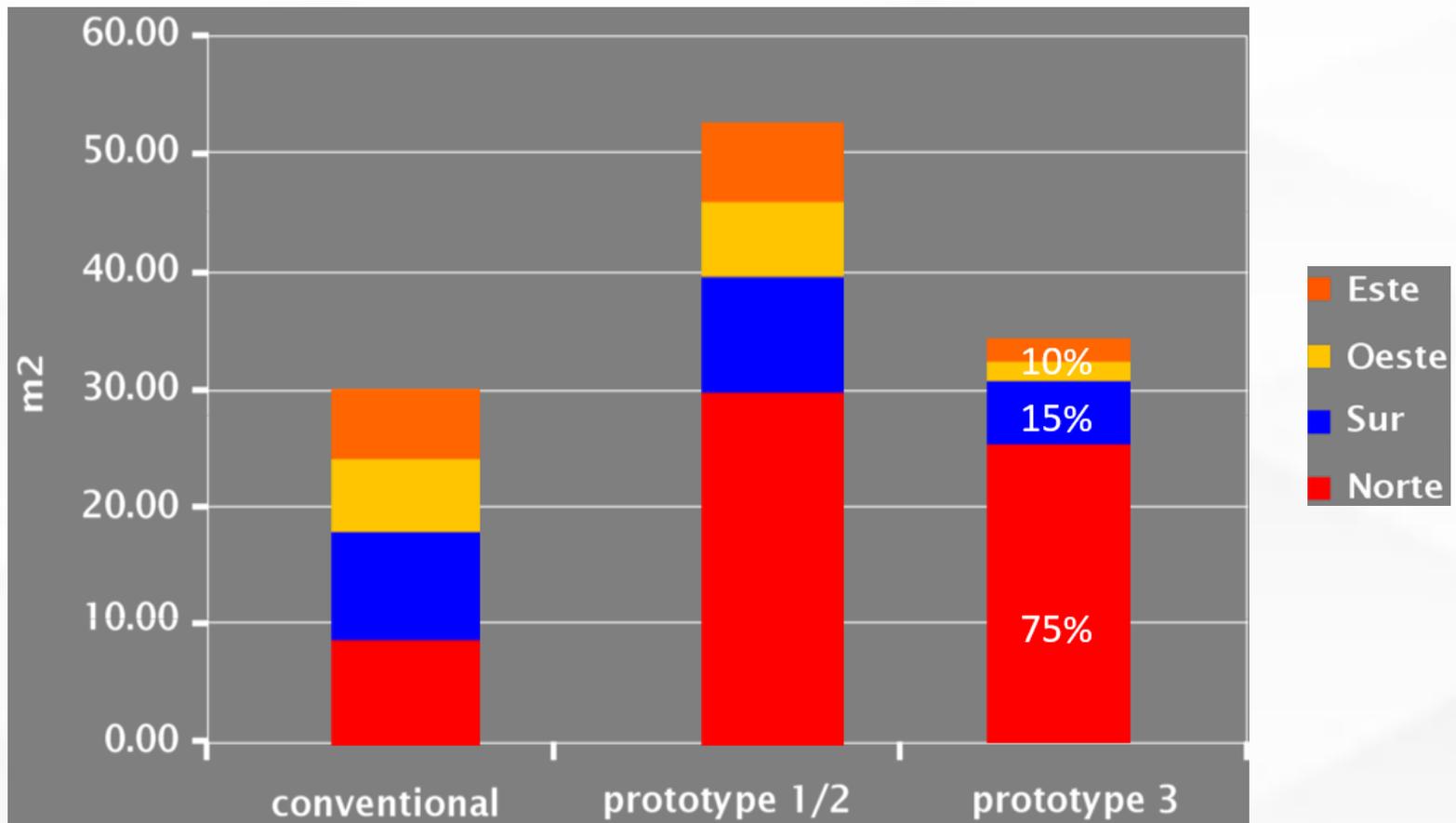


PROTOTIPO

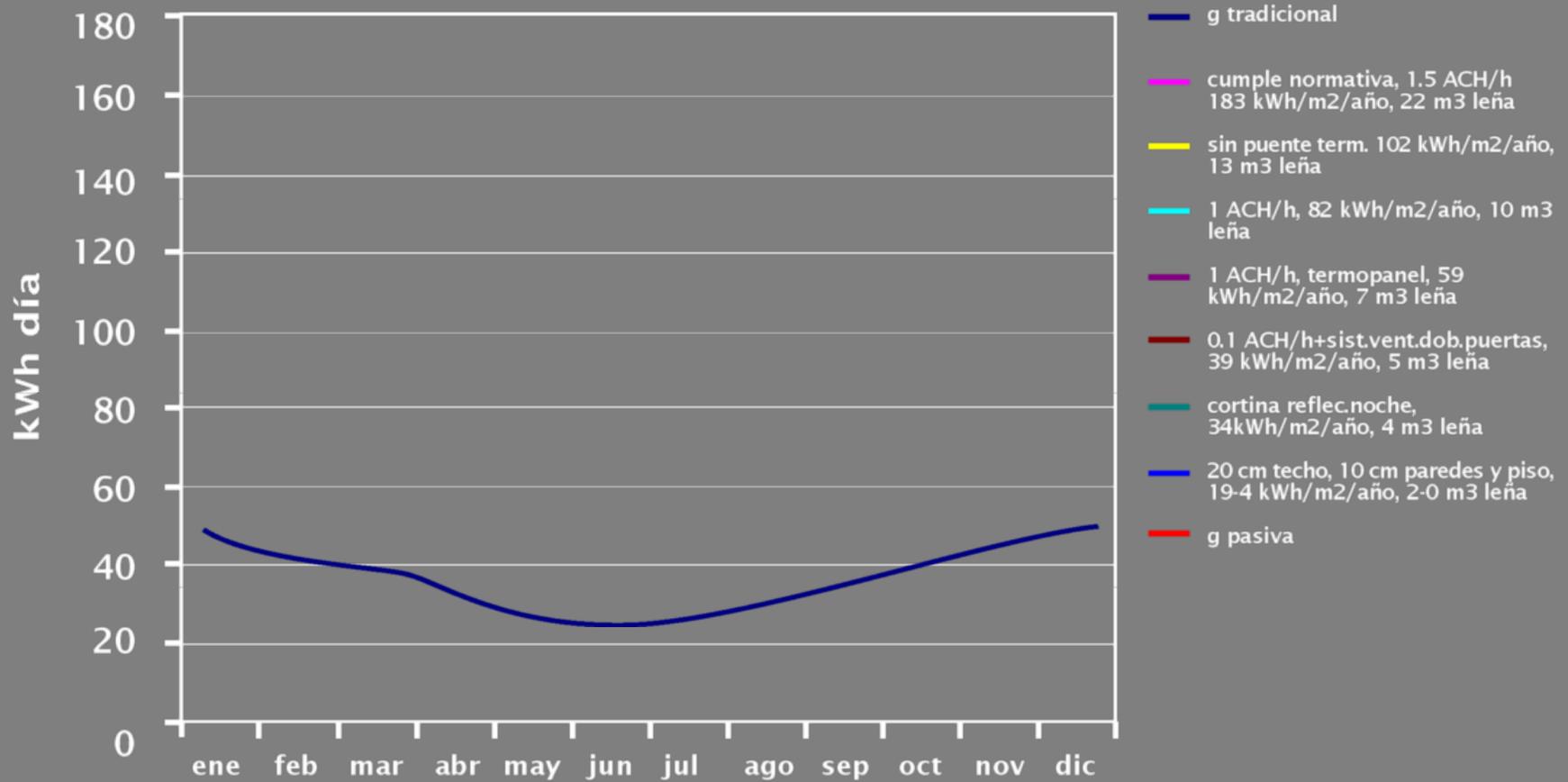
CONVENCIONAL



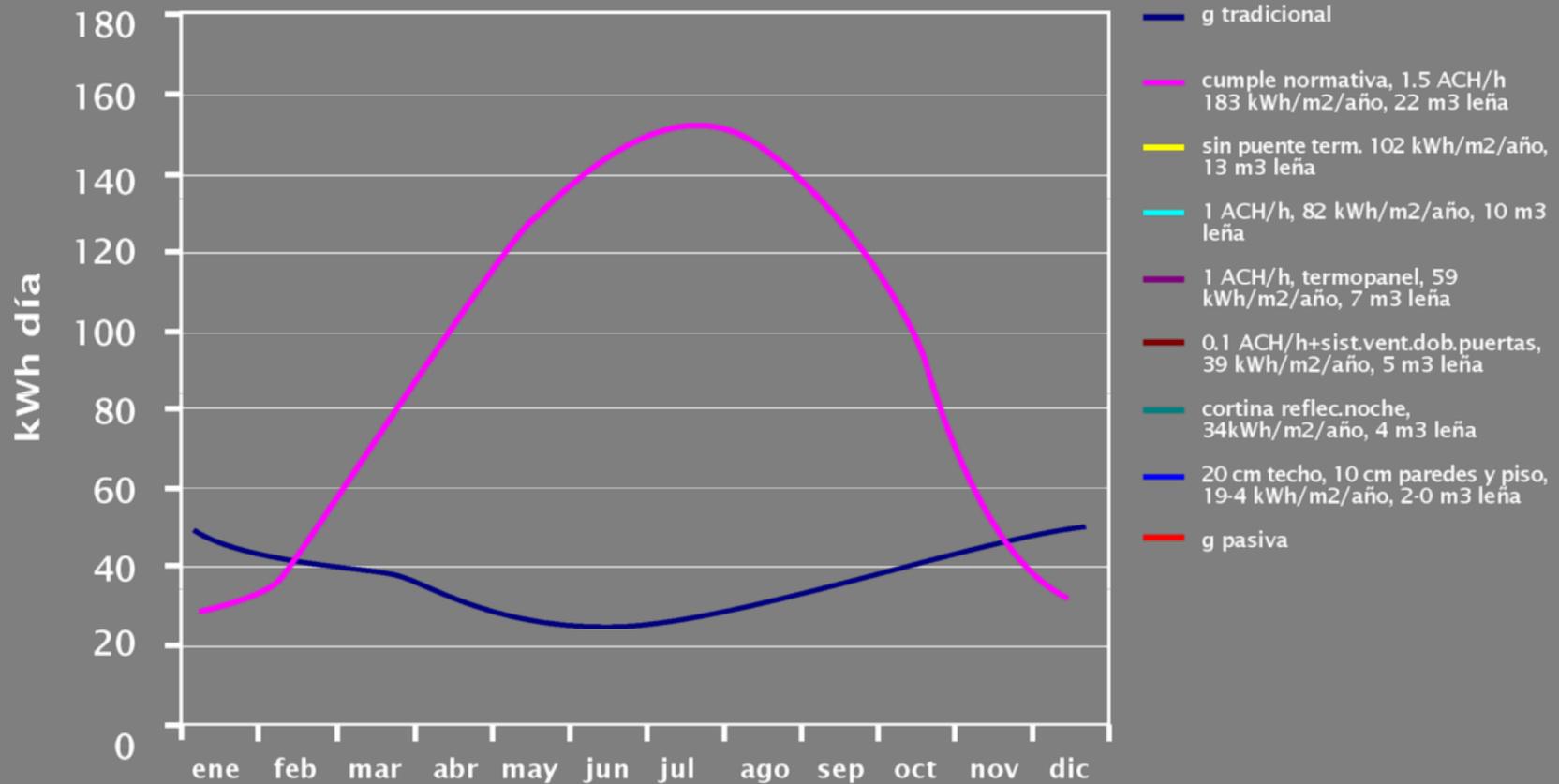
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



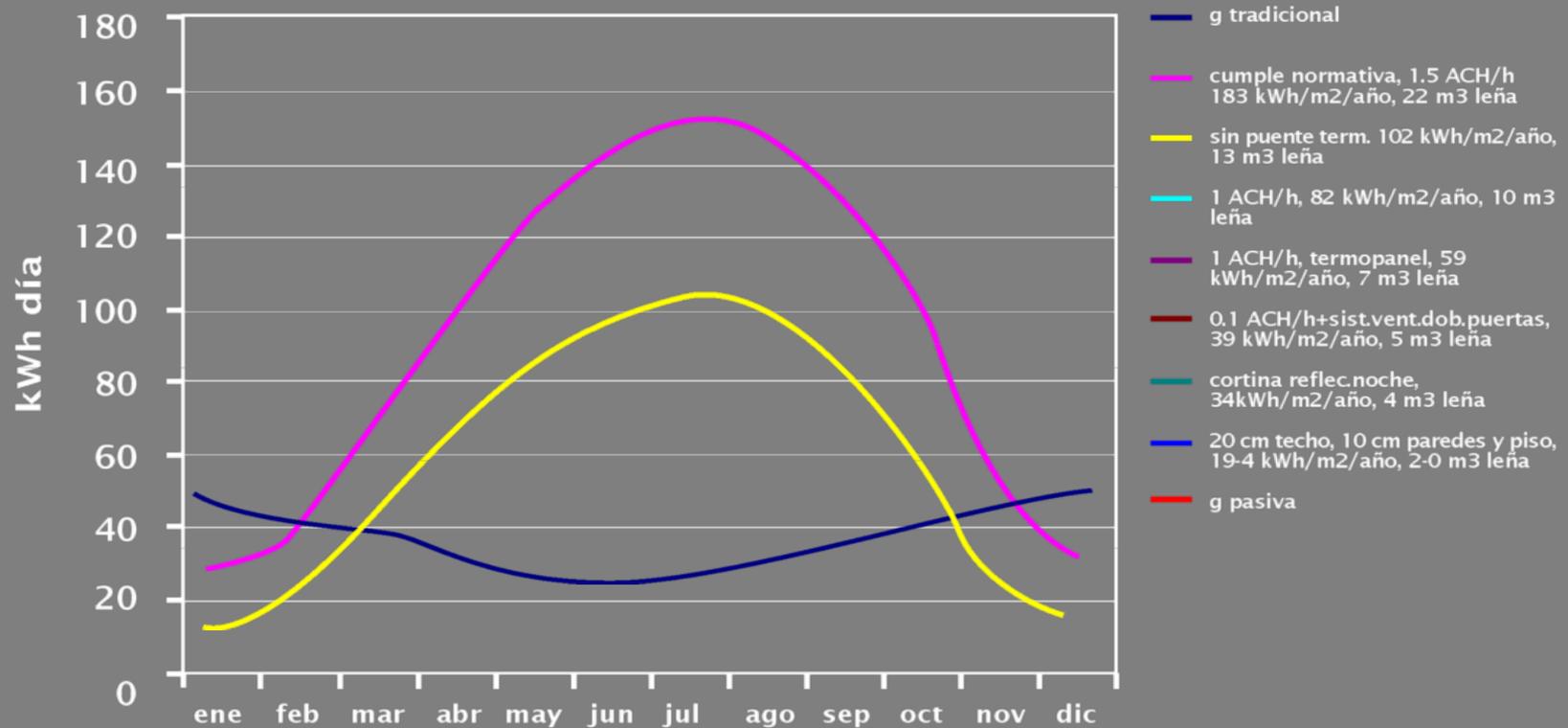
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



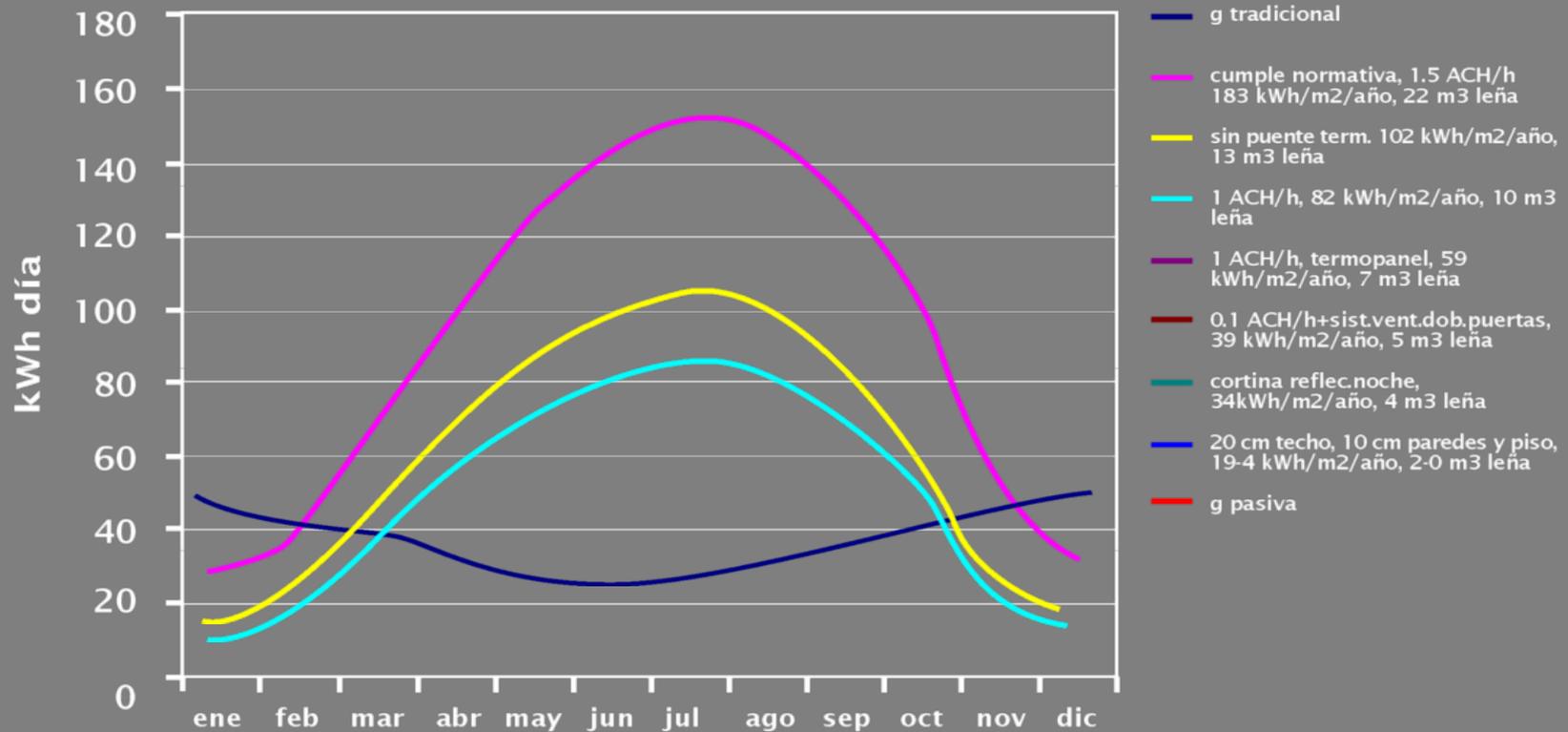
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



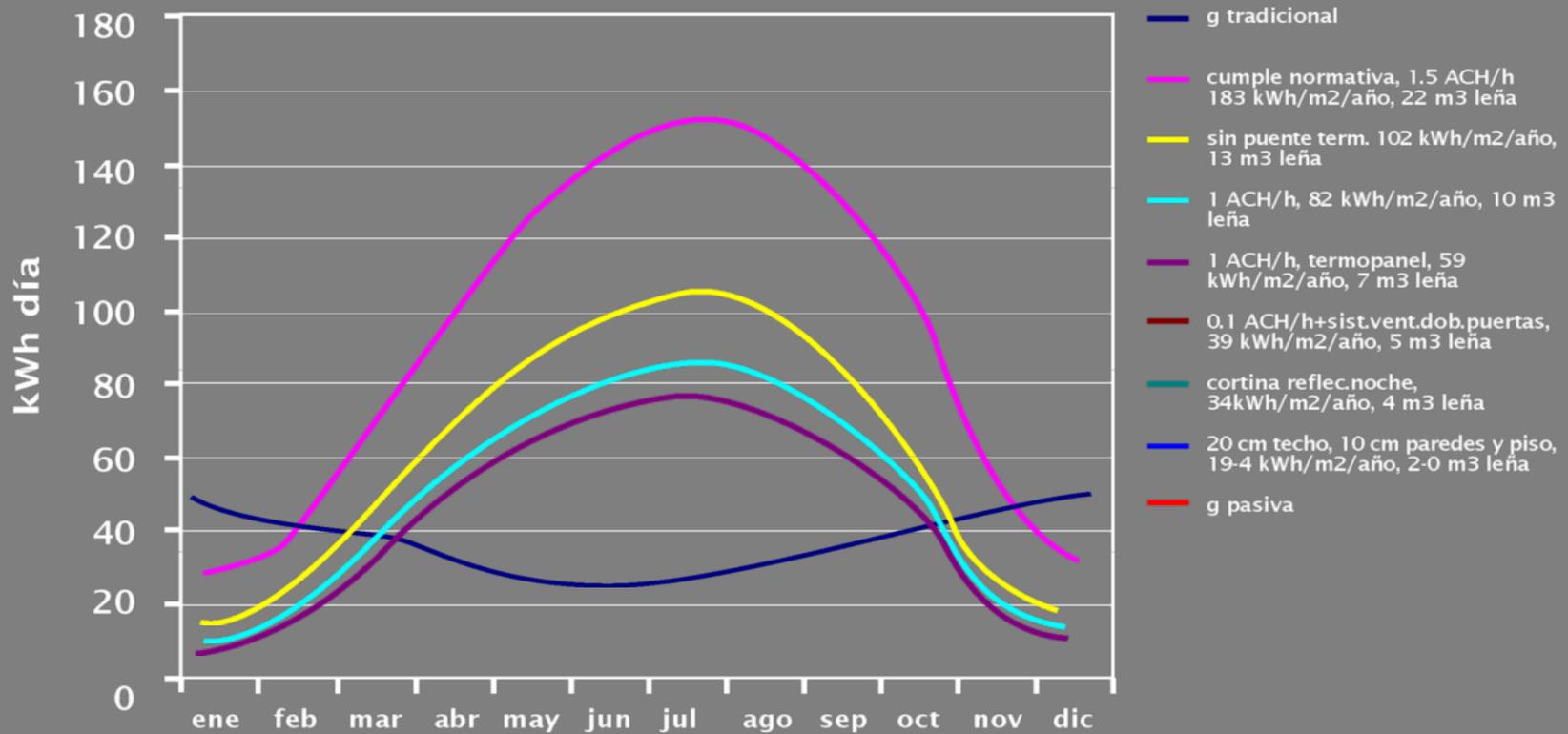
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



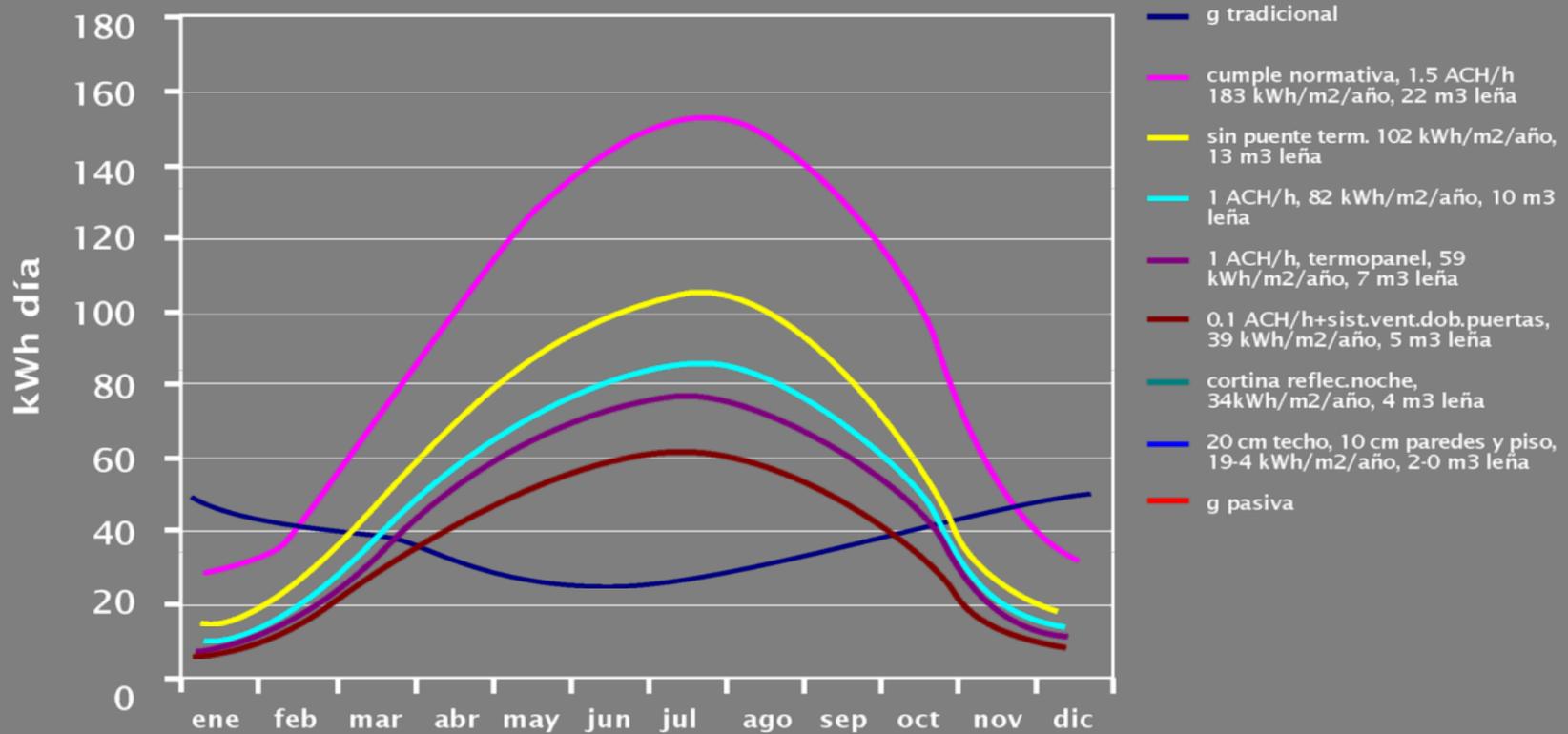
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



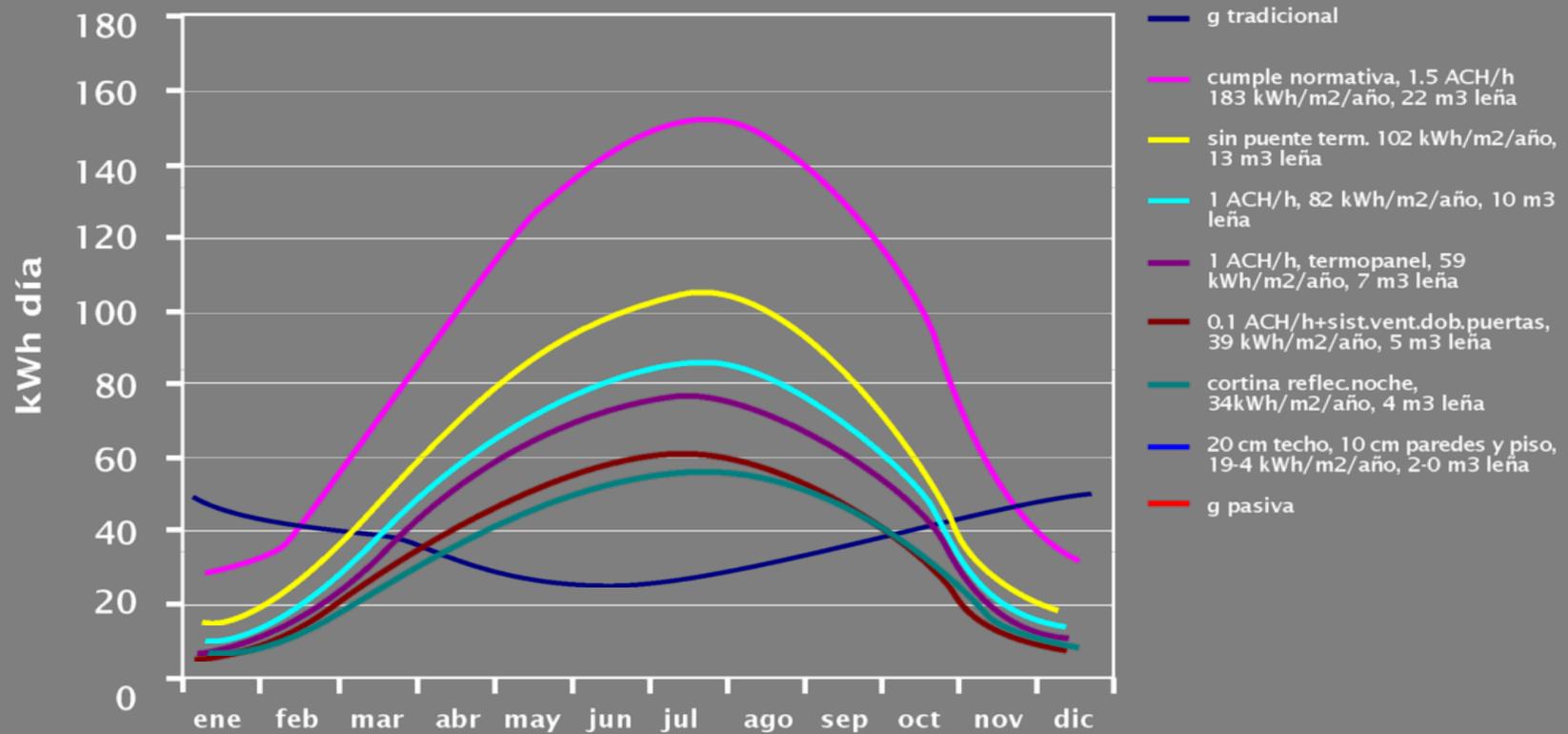
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



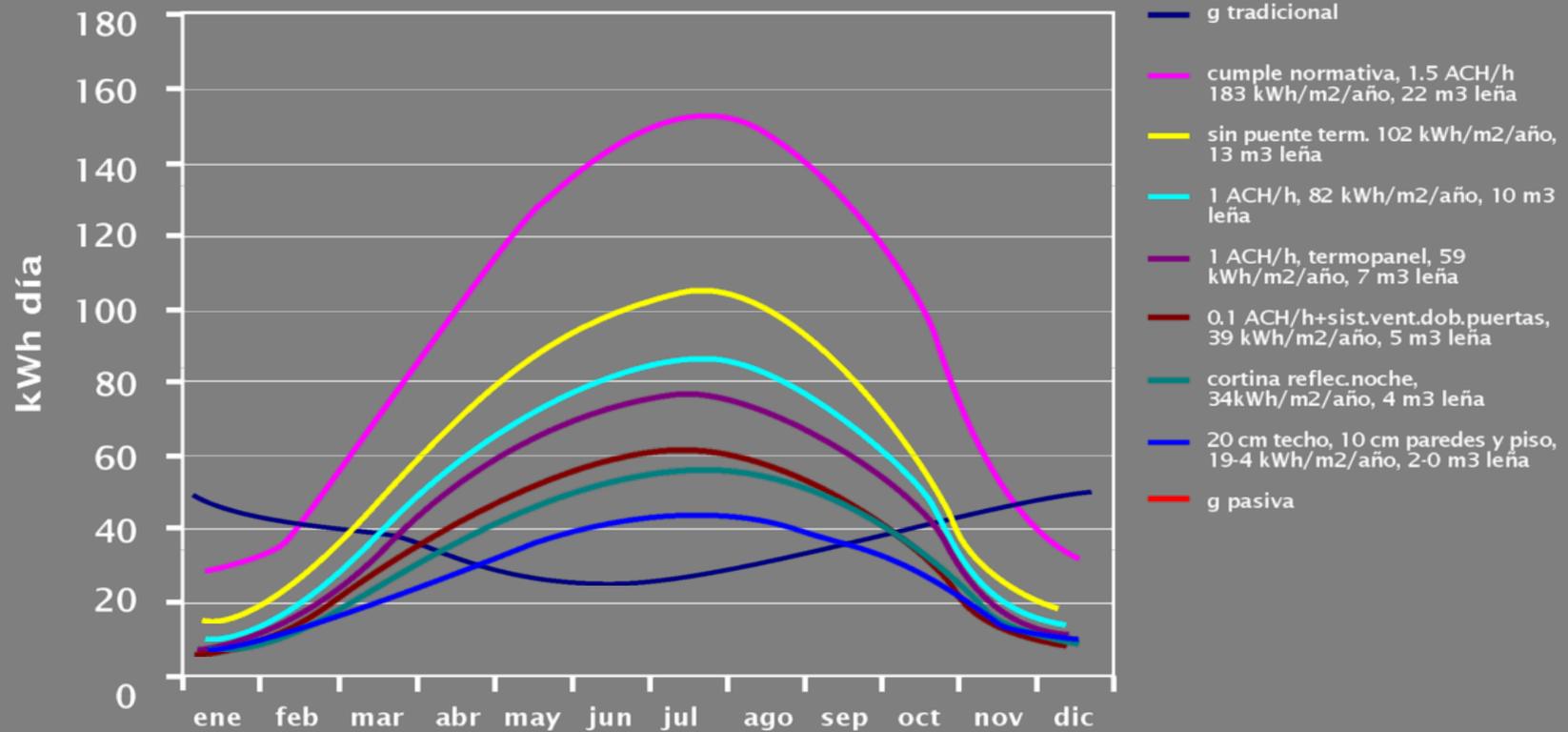
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



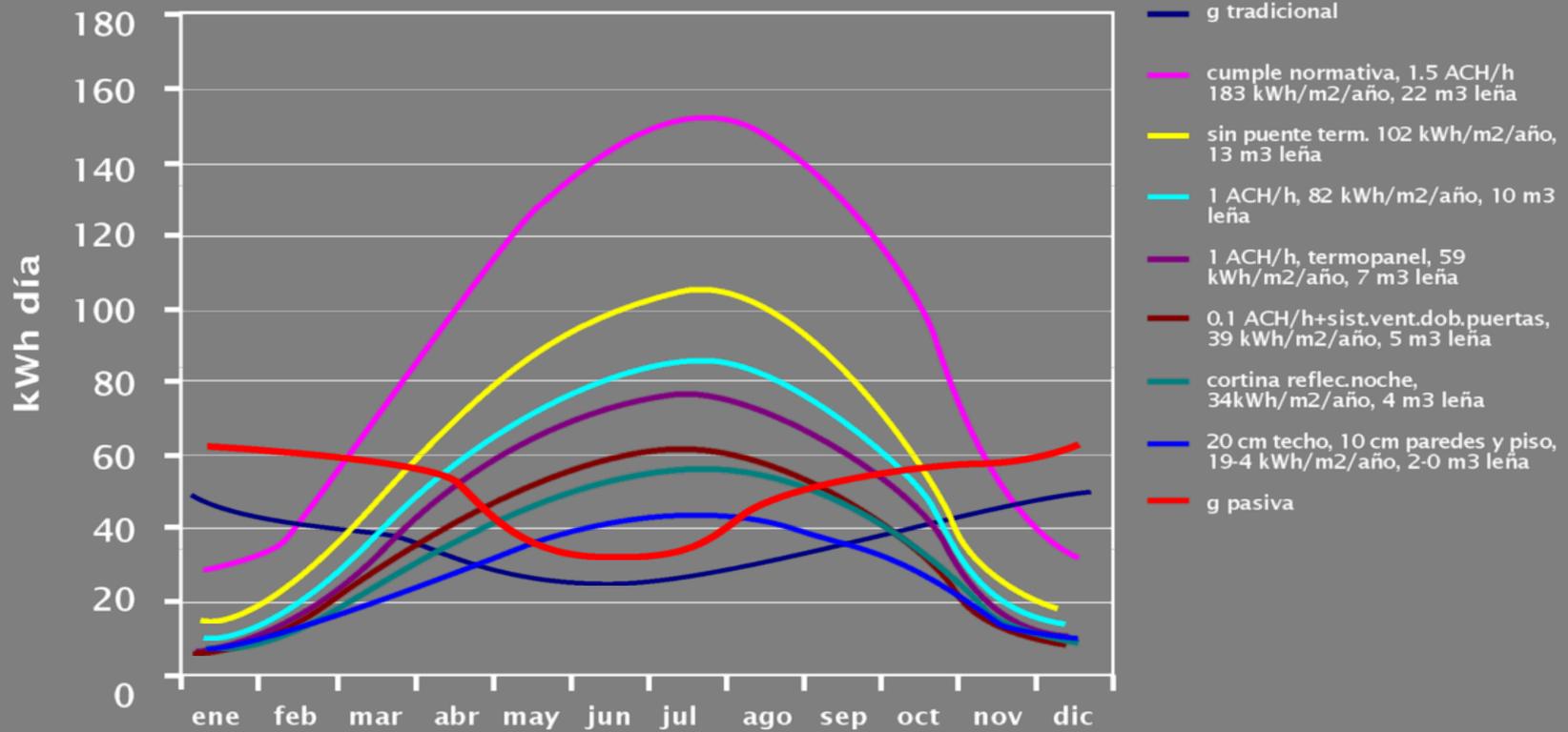
Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco



Sistema tradicional de ejecución de un proyecto

Casos de estudio – Condominio Frankfurt, Temuco

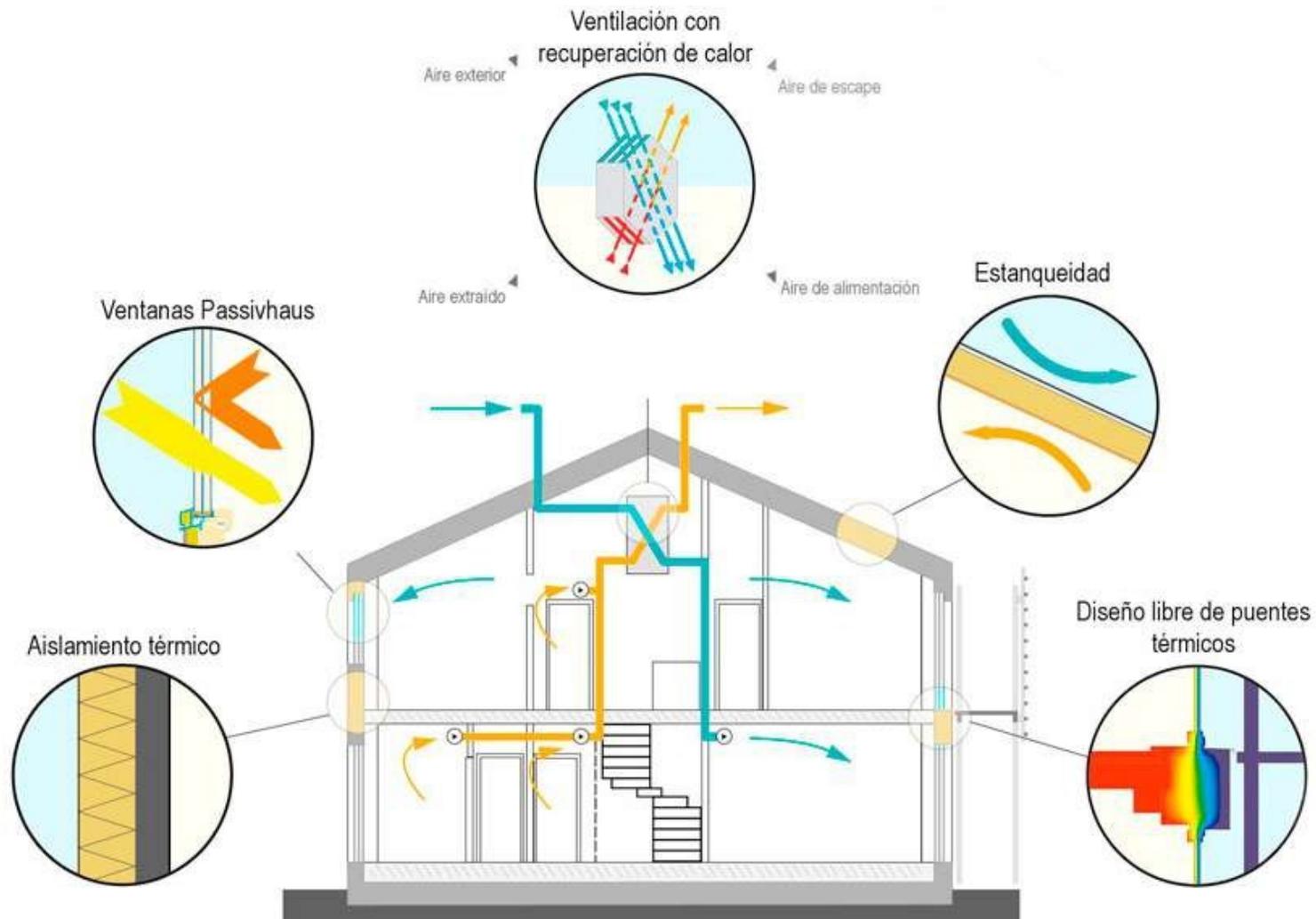


Sistema eficiente de
ejecución de un
proyecto

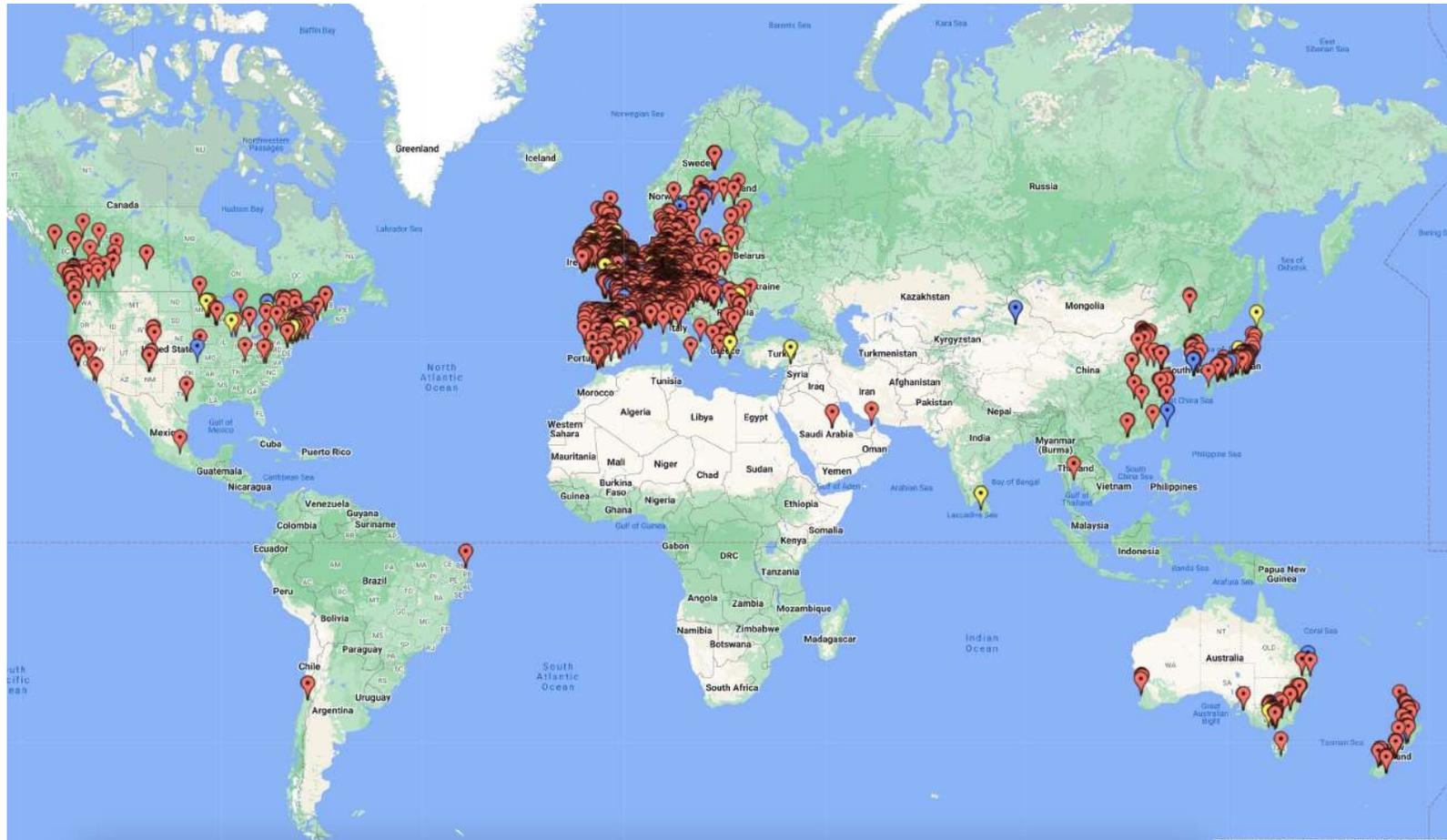
Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

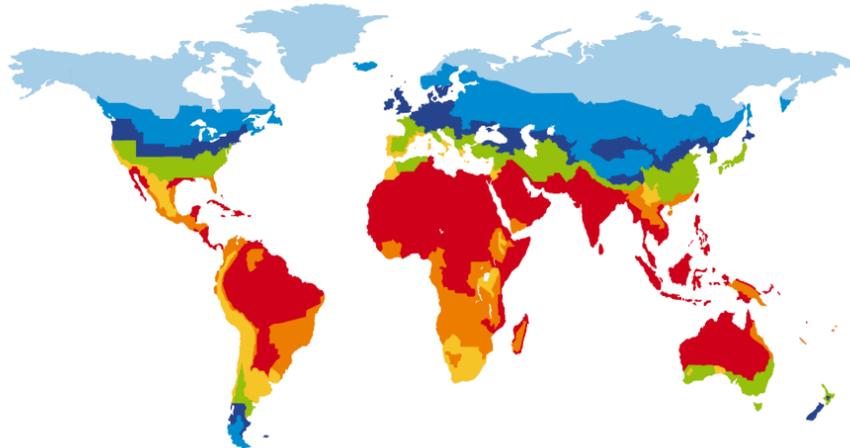


Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

	Polar	Frío	Frío - templado	Cálido - templado	Cálido	Caluroso	Muy caluroso
Envolvente opaca (U max)	0,09	0,12	0,15	0,3	0,5	0,5	0,3
Tipo de acristalamiento recomendado	Vacío / 4 vidrios Bajo emisivo	3 o 4 vidrios Bajo emisivo	3 vidrios Bajo emisivo	3 vidrios Bajo emisivo	2 vidrios Bajo emisivo	2 vidrios con protección solar	3 vidrios con protección solar
Uw, instalado MAX (vertical)	0,45	0,65	0,85	1,05	1,25	1,25	1,05



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



EnerPHit verification

Building: Hotel Restaurant Valcovover
Street: _____
Postcode/City: _____
Country: Italy
Building type: Masonry construction
Climate: Prg1016
 Altitude of building site (in [m] above sea level): 459

Architecture: _____
Street: _____
Postcode/City: _____
Mechanical System: _____
Street: _____
Postcode/City: _____
Energy consulting: ZEPHIR
Street: _____
Postcode/City: Pergine Valdagno
Certification: _____
Street: _____
Postcode/City: _____

Year of Construction: 1928
 Number of dwelling units: 3
 Number of Occupants: 37.0
 Exterior vol. V_e: 2948.8 m³

Interior temperature winter [°C]: 20.0
 Interior temperature summer [°C]: 25.0
 Internal heat gains winter [W/m²]: 9.4
 IHG summer [W/m²]: 10.0
 Specific capacity [kWh/m³ per m³ of TFA]: 204
 Mechanical cooling: X

Specific building demands with reference to the treated floor area	Value	Requirements	Fulfilled?
Space heating Annual heating demand	269 kWh/(m²·a)	25 kWh/(m²·a)	no
Heating load	128 W/m²	-	-
Space cooling Overall specific space cooling demand	4 kWh/(m²·a)	-	-
Cooling load	13 W/m²	-	-
Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	-
Primary Energy heating, cooling, air conditioning	868 kWh/(m²·a)	425 kWh/(m²·a)	no
DHW, space heating and auxiliary electricity	445 kWh/(m²·a)	-	-
Specific primary energy reduction through solar electricity	kWh/(m²·a)	-	-
Airtightness Pressurization test result n ₅₀	10.0 1/h	1 1/h	no

EnerPHit building retrofit (acc. to heating demand)? no

EnerPHit verification

Building: Hotel Restaurant Valcovover
Street: _____
Postcode/City: _____
Country: Italy
Building type: Masonry construction
Climate: Prg1016
 Altitude of building site (in [m] above sea level): 459

Architecture: _____
Street: _____
Postcode/City: _____
Mechanical System: _____
Street: _____
Postcode/City: _____
Energy consulting: ZEPHIR
Street: _____
Postcode/City: Pergine Valdagno
Certification: _____
Street: _____
Postcode/City: _____

Year of Construction: 1928
 Number of dwelling units: 3
 Number of Occupants: 37.0
 Exterior vol. V_e: 2948.8 m³

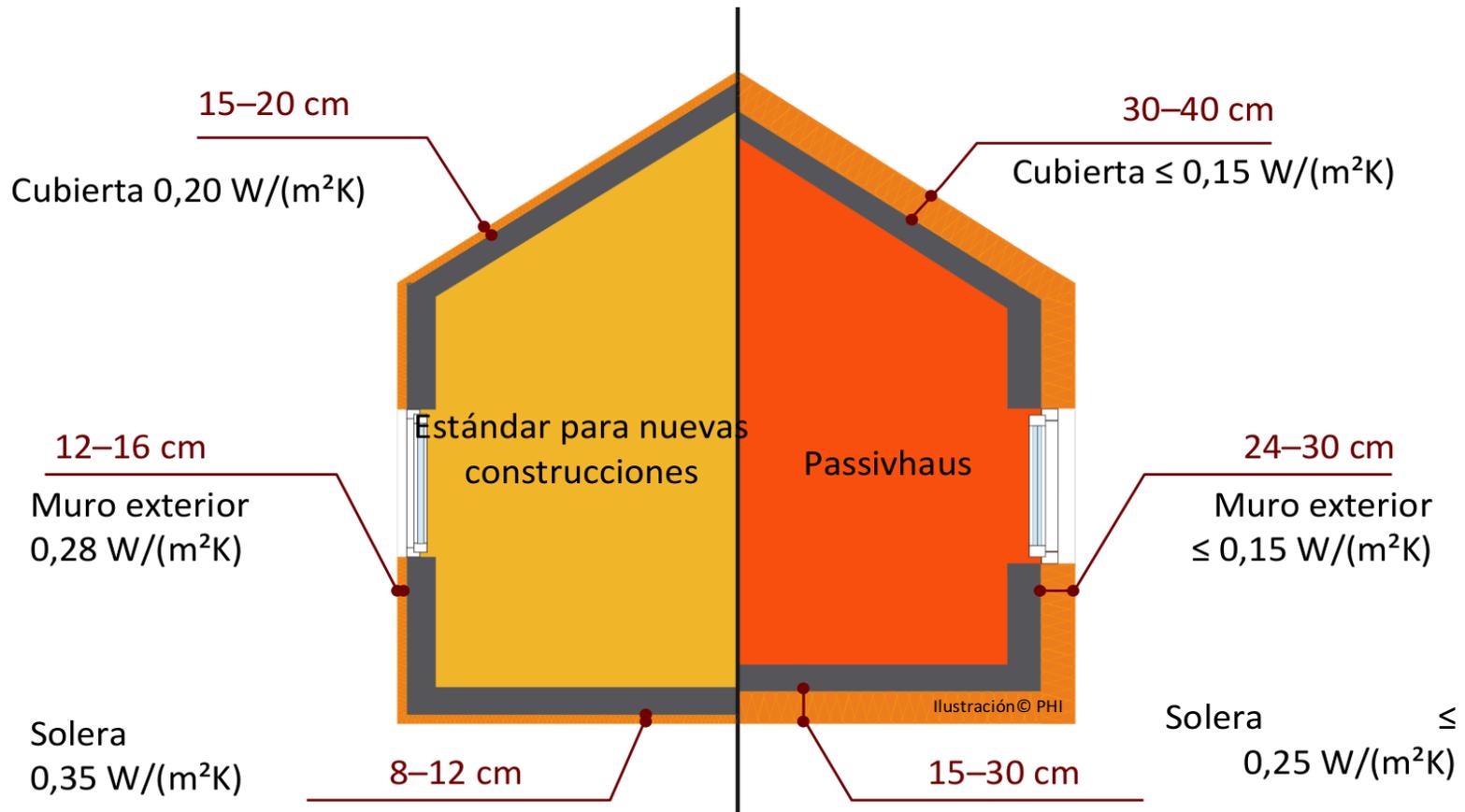
Interior temperature winter [°C]: 20.0
 Interior temperature summer [°C]: 25.0
 Internal heat gains winter [W/m²]: 9.4
 IHG summer [W/m²]: 10.0
 Specific capacity [kWh/m³ per m³ of TFA]: 204
 Mechanical cooling: X

Specific building demands with reference to the treated floor area	Value	Requirements	Fulfilled?
Space heating Annual heating demand	18 kWh/(m²·a)	25 kWh/(m²·a)	yes
Heating load	22 W/m²	-	-
Space cooling Overall specific space cooling demand	5 kWh/(m²·a)	-	-
Cooling load	13 W/m²	-	-
Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	-
Primary Energy heating, cooling, air conditioning	kWh/(m²·a)	123 kWh/(m²·a)	-
DHW, space heating and auxiliary electricity	kWh/(m²·a)	-	-
Specific primary energy reduction through solar electricity	kWh/(m²·a)	-	-
Airtightness Pressurization test result n ₅₀			yes

I confirm that the values given herein have been determined following the EnerPHit methodology and were determined based on the characteristics of the building. The PHPP calculations are attached to this application.



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

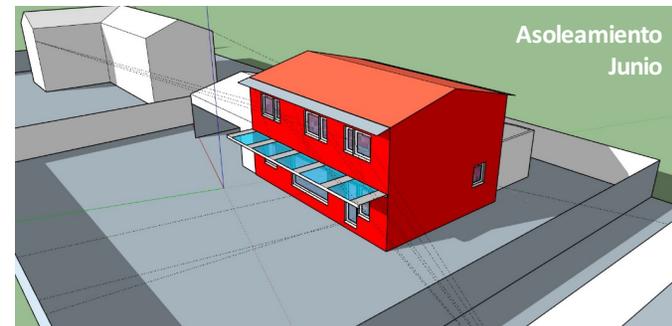


Consumo en calefacción anual = 0

Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

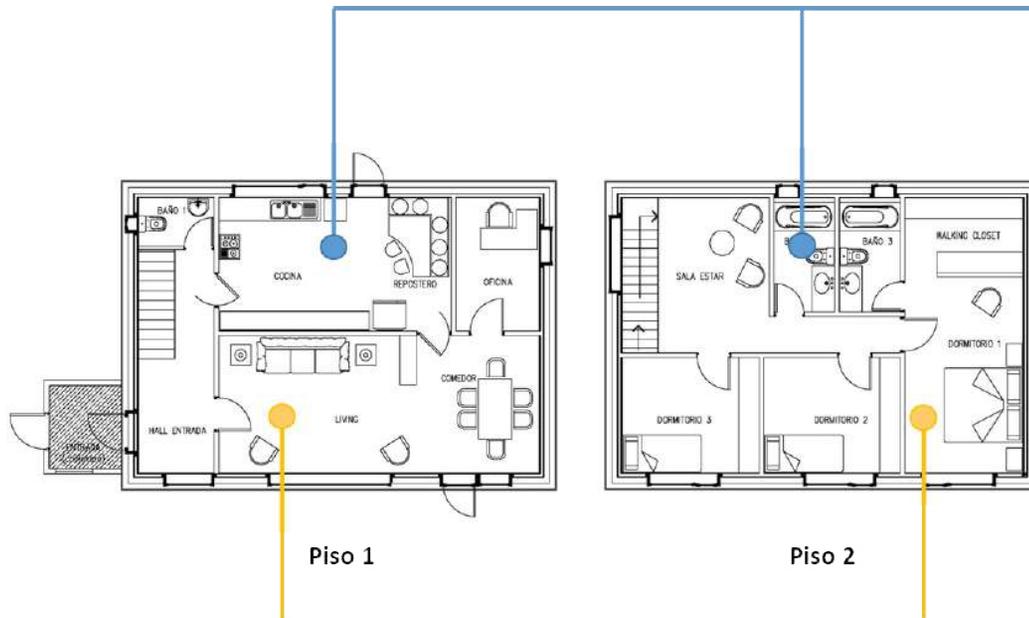
Diseño pasivo

- Diseño solar pasivo
- Orientación
- Protección solar
- Compacticidad
- Ventanas
- Accesos
- Freecooling nocturno
- Ventilación cruzada



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

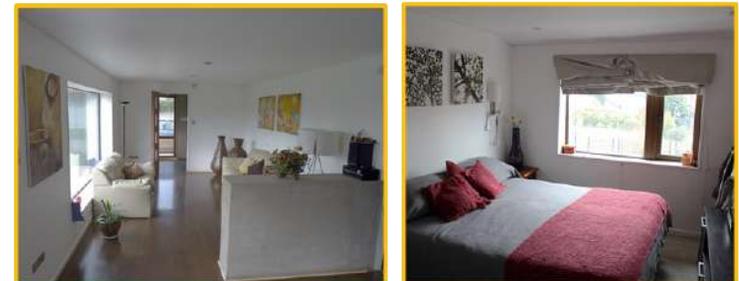
Diseño pasivo



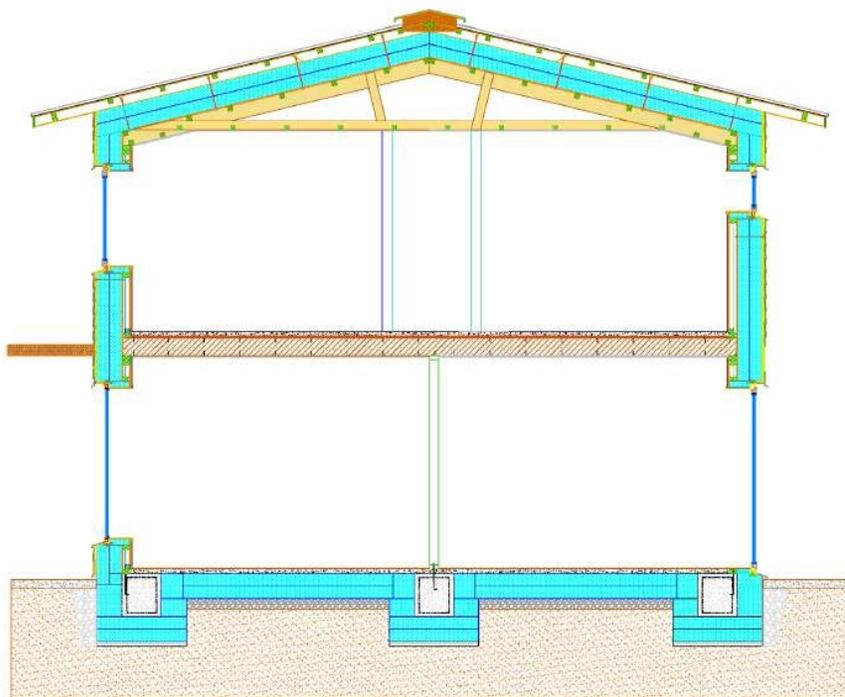
Recintos fachada sur



Recintos fachada norte

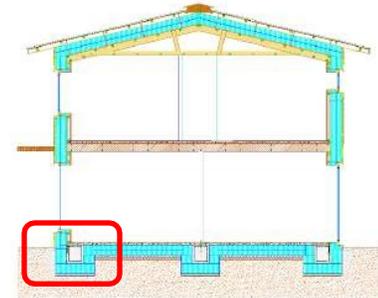
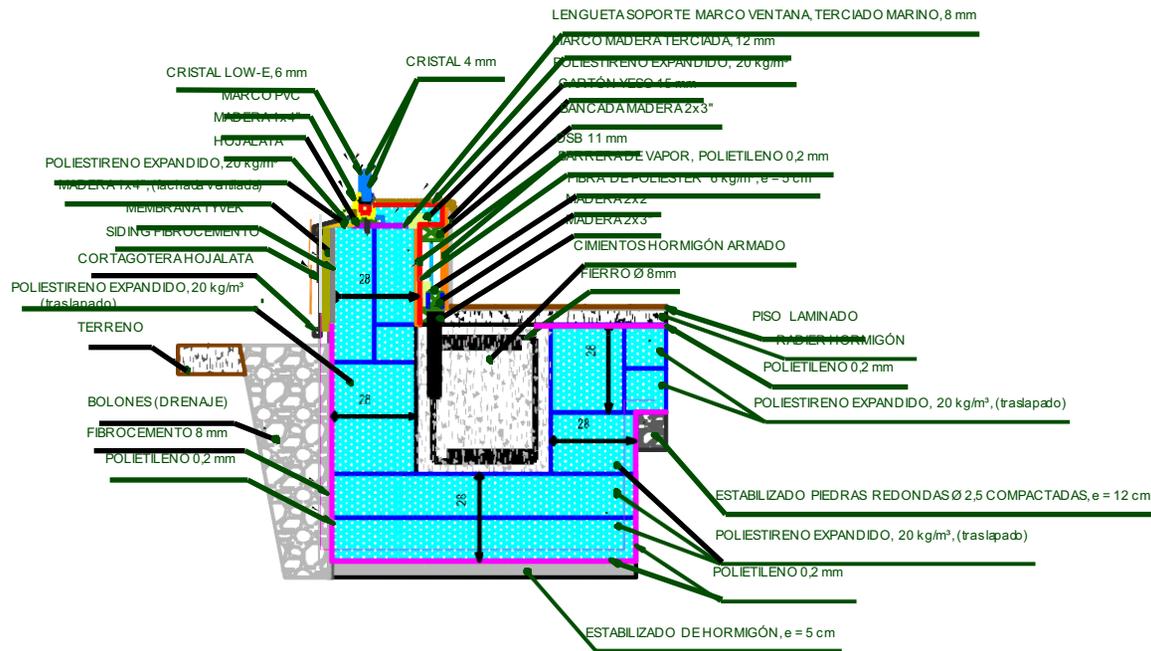


Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



Envolvente térmica de alto desempeño

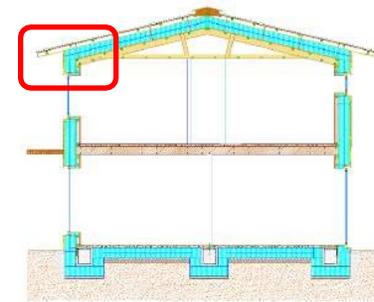
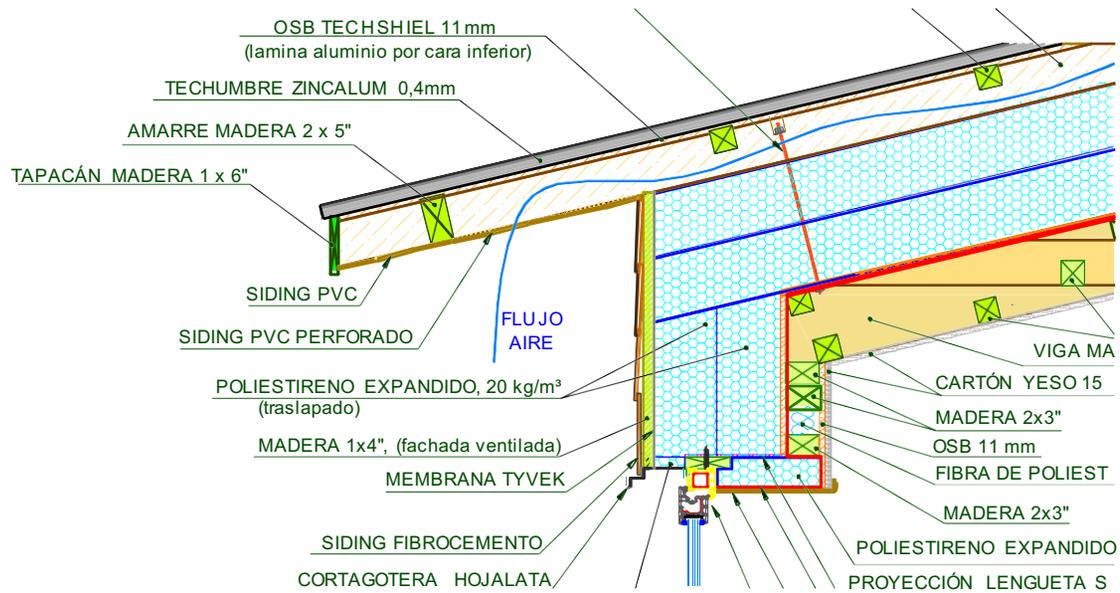
Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



Liberación de puentes térmicos

Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Liberación de puentes térmicos



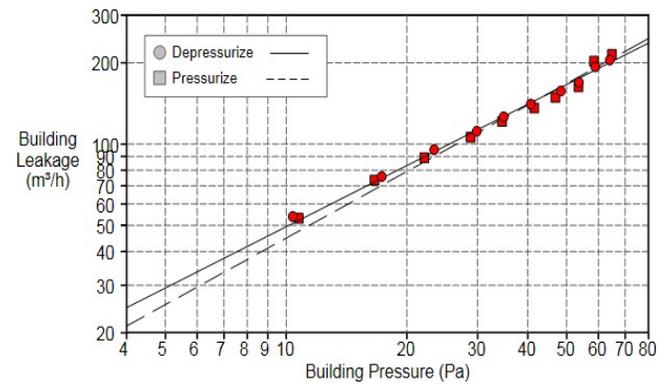
Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventanas de alto desempeño



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Hermeticidad



Test Results at 50 Pascals:

V50: m²/h Airflow
n50: 1/h Air Change Rate
w50: m³/h/m² Floor Area

Depressurization

166 (+/- 2.1 %)
0.59
1.35

Pressurization

167 (+/- 4.8 %)
0.59
1.36

Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventilación con recuperación de calor



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Excavación para cimientos



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Emplantillado



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Finalización de emplantillado



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Preparación y clasificación aislante térmico (Poliestireno expandido 20kg/m³)



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Impermeabilización de poliestireno expandido de cimientos y piso



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación base y bordes de encofrado de poliestireno expandido de cimientos



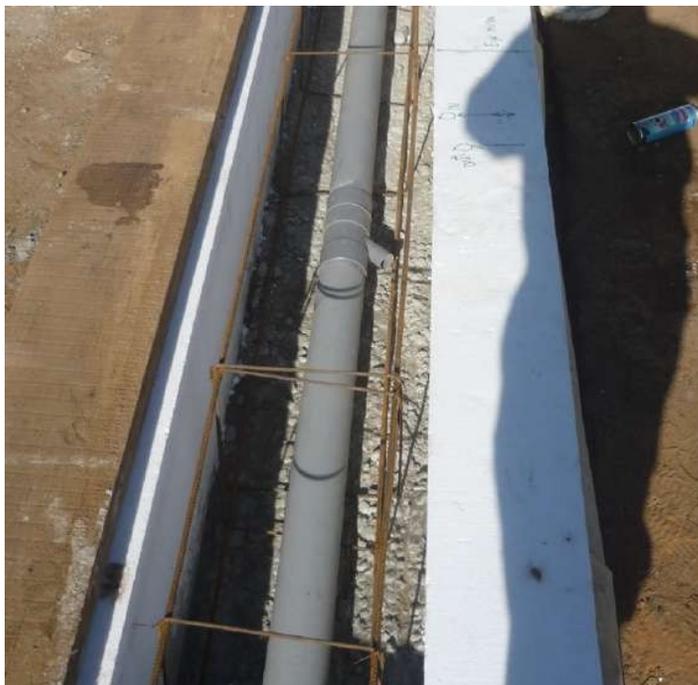
Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación de encofrado de poliestireno expandido de cimientos y comienzo de llenado



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Enfierrado y concretado de cimientos



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Concretado de cimientos



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación poliestireno expandido bajo piso



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación poliestireno expandido bajo piso



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación soleras y comienzo de estructura envolvente (Barrera de vapor por interior)



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación estructura envolvente (Barrera de vapor por interior)



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación techumbre



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación techumbre



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación techumbre



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación techumbre



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación techumbre



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación cumbrera



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Colocación cumbrera



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Envolvente



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Sistema de anclaje



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Sistema de anclaje



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Envolvente



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Envolvente



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Envolvente



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventanas de alto desempeño Instalación ventanas



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventanas de alto desempeño Instalación ventanas



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventanas de alto desempeño Instalación ventanas



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventanas de alto desempeño Instalación ventanas - sellado



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

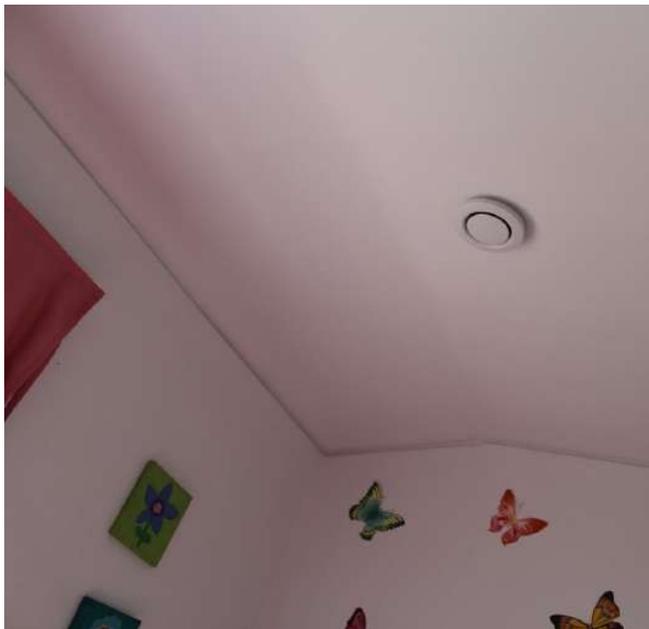
Ventilación con recuperación de calor

Recuperador de calor



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventilación con recuperación de calor



Bocas de inyección y extracción



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventilación con recuperación de calor

Filtros acústicos



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventilación con recuperación de calor



Perforaciones para sistema de ventilación con pozo provenzal o canadiense



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Ventilación con recuperación de calor



Perforaciones para sistema de ventilación con pozo provenzal o canadiense



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Resultado PHPP – Cumplimiento de objetivos

Specific building characteristics with reference to the treated floor area						
				Criteria	Alternative criteria	Fulfilled? ²
Space heating	Treated floor area m ²	120.3				
	Heating demand kWh/(m ² a)	17	≤	15	-	yes
	Heating load W/m ²	10	≤	-	10	yes
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m ² a)	-	≤	-	-	-
	Cooling load W/m ²	-	≤	-	-	-
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	0	≤	10	-	yes
	Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0	≤	20	-	yes
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	0.6	≤	0.6	-	yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m ² a)	119	≤	120	-	yes
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m ² a)	94	≤	-	-	-
	Generation of renewable energy (in relation to projected building footprint area)	0	≥	-	-	-

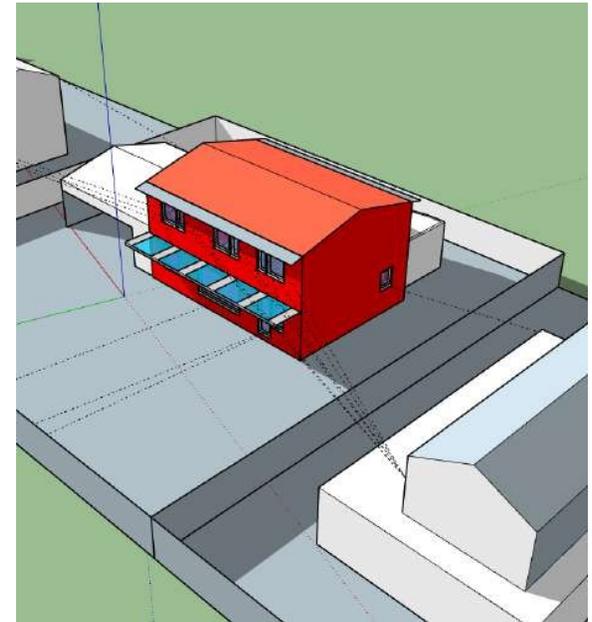
² Empty field: Data missing; '-': No requirement

I confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic values of the building. The PHPP calculations are attached to this verification.

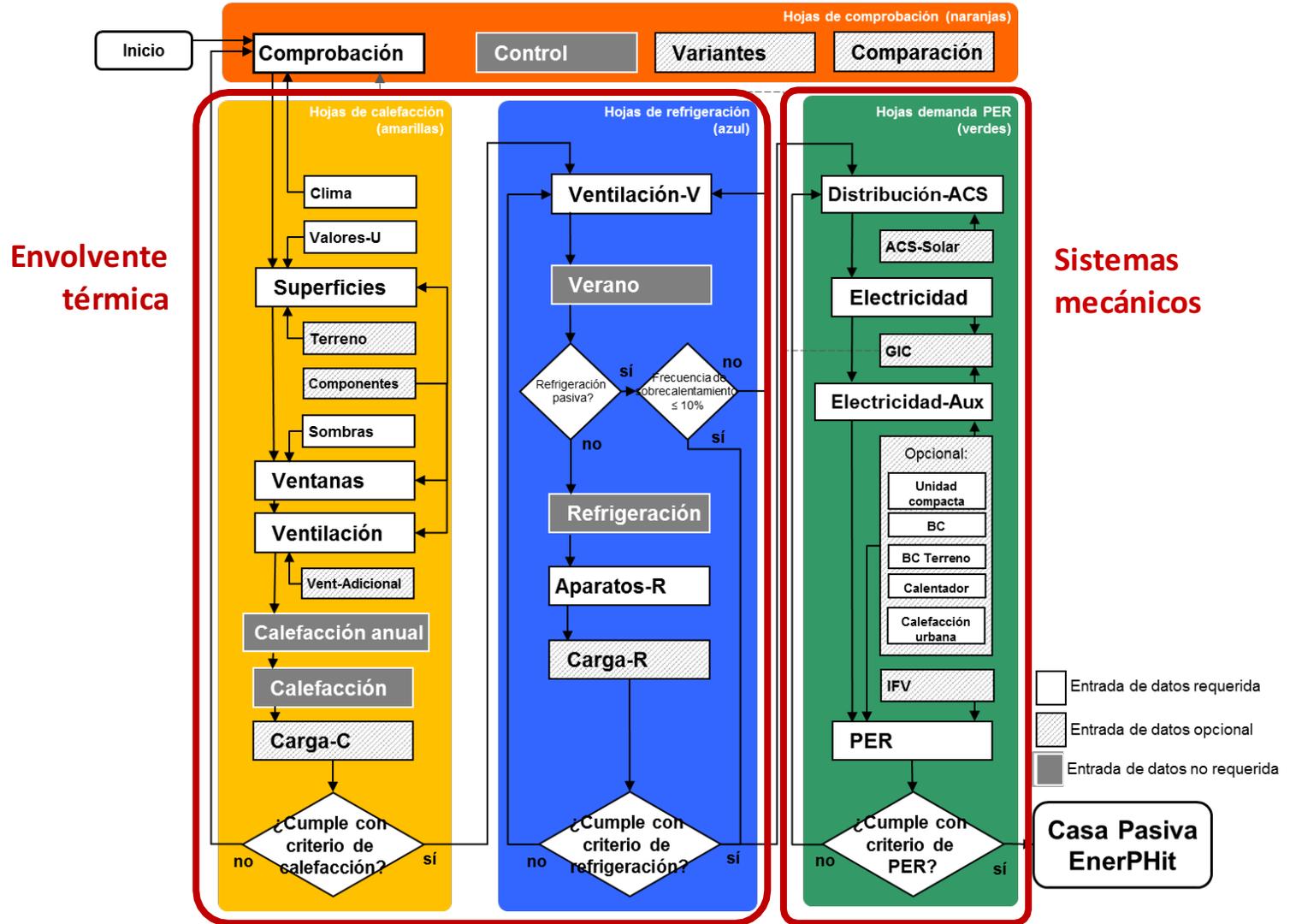
Task: _____ First name: _____ Surname: _____

Issued on: _____ City: _____

Passive House Classic? **yes** Signature: _____

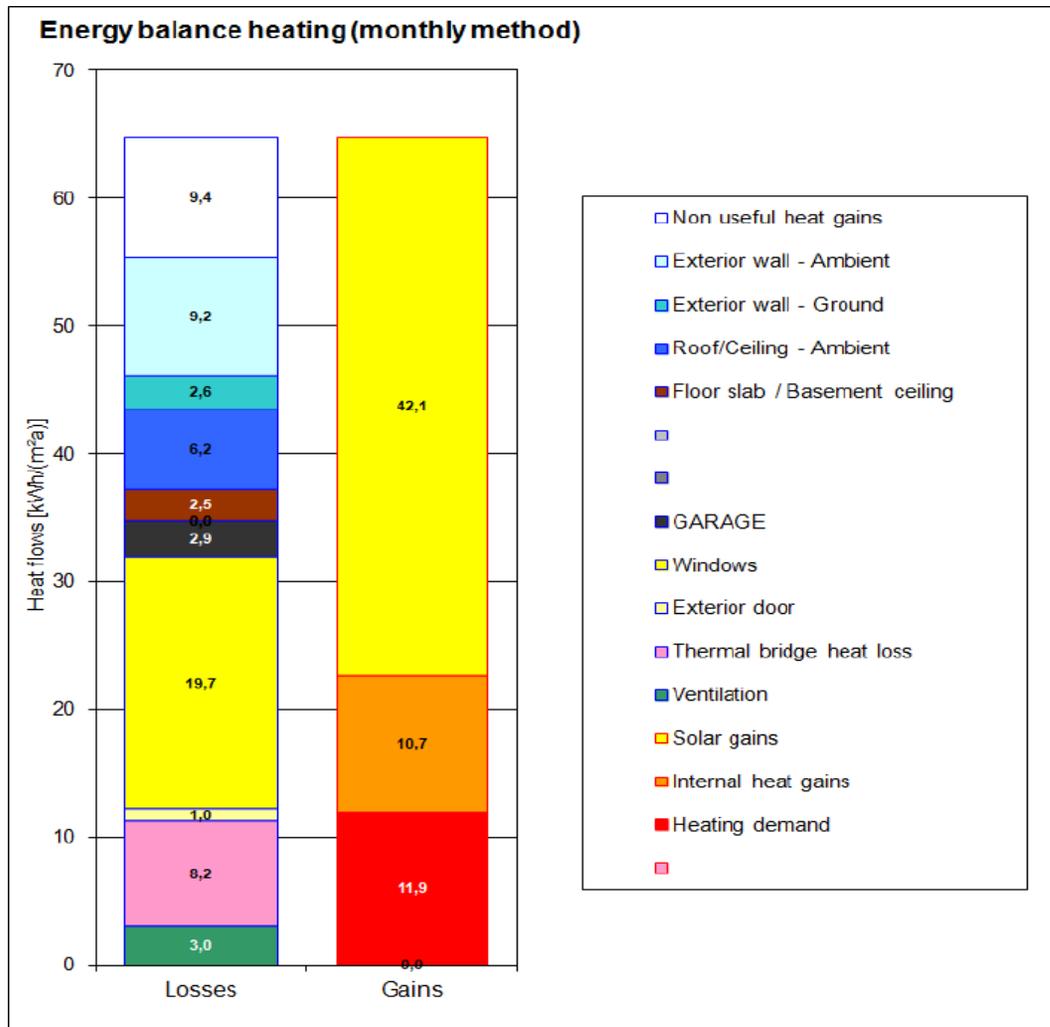


Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



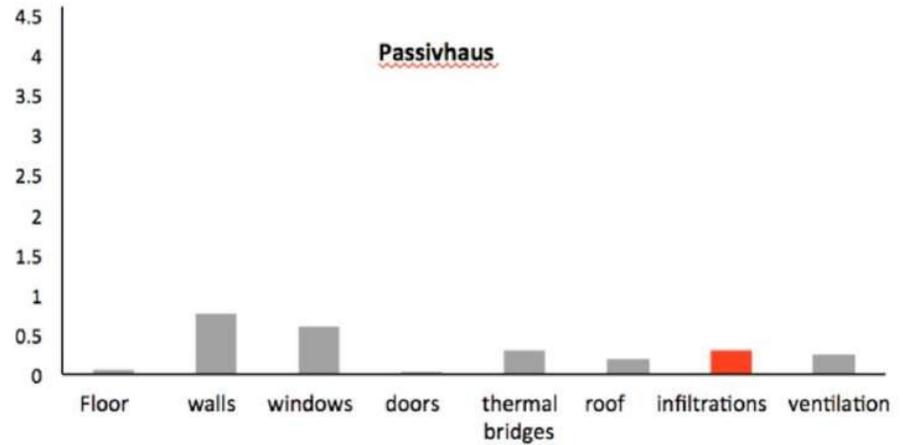
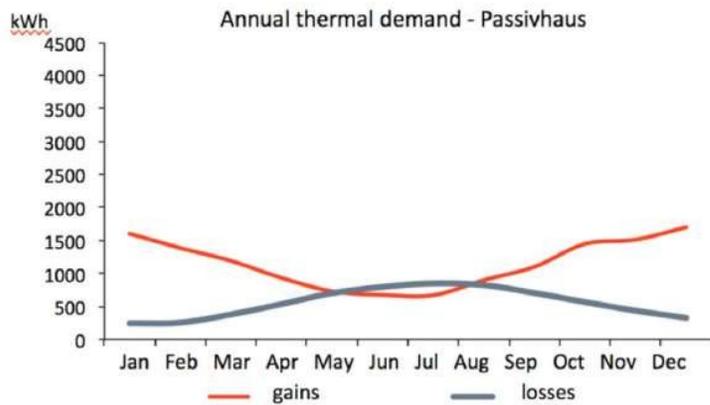
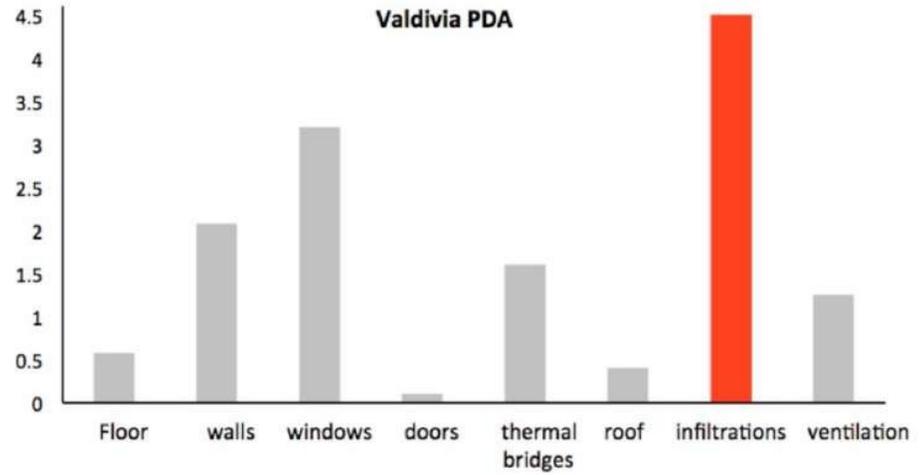
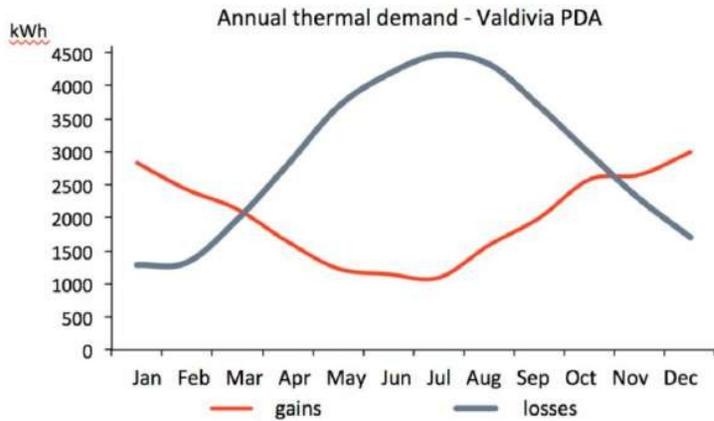
Estructura PHPP

Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



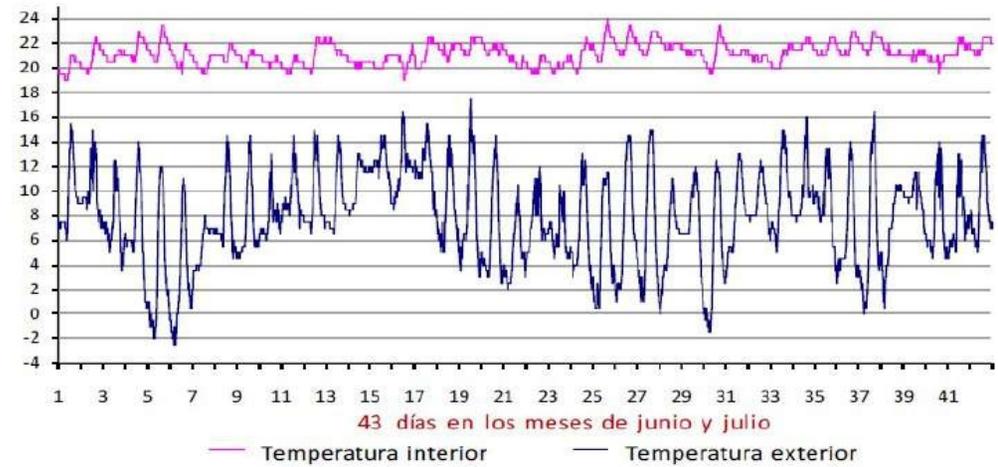
Cálculo simplificado DEMANDA
ENERGETICA según EN-ISO 13790

Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Monitoreo de temperaturas



Casos de estudio – Casa Passivhaus, Valdivia

Doctor en Ingeniería Industrial la construyó bajo el concepto de eficiencia Passive House

Los secretos de la casa de Valdivia que no necesita estufa

Las Últimas Noticias / Lunes 16 de septiembre de 2019

DÓNDE VIVIR 39



FOTOGRAFÍA: ALEJANDRO BUSTOS

FRANKIGA ORILLANA

Cuando la temperatura en torno a los 10°C está más y 20°C en el verano, pero con mucha lluvia durante todo el año, la casa de 140 m² y dos pisos de Pilar García (62 años) en Valdivia no ocupa ningún tipo de calefacción. No tiene estufa y anda con ropa liviana como si fuera verano en su interior.

“No he mas comprado nada para templar. En invierno y verano ando con la misma ropa y en los noches uso una casaca de manga corta”, cuenta García.

Su cuenta de electricidad sólo refleja lo que está en cocinar o iluminar.

“En la casa donde vivimos antes gastaba cerca de \$300.000 mensuales en calefacción a gas. Hoy no tenemos ese gasto y pagamos en electricidad entre \$38.000 y \$40.000”, afirma.

La casa es de madera por fuera y hace como una más en el sector, pero es una propiedad pasiva en Chile. Construida hace diez años de forma autodidacta por el ingeniero en sonido y doctor en Ingeniería Industrial, Jorge Sommerhoff, se basa en los principios del estándar Passivhaus (casa pasiva), una certificación alemana que promueve la construcción eficiente y el ahorro hasta de 90% de energía en sistemas de calor o frío.

El ingeniero se especializó en el Centro de Investigación de Sistemas de Energía de la Universidad de Strathclyde en Escocia. Al llegar a Chile, diseñó y construyó esta casa a su hija a un costo aproximado de \$400.000.000. Dice que le apasiona su trabajo y su misma pasión a los maestros, que si la hubiera encargado a una empresa, habría gastado al menos \$200.000.000, la misma casa, con materiales tradicionales, había costado \$134.000.000, diferencia que se recupera rápidamente al no tener que comprar nada.

“Casi todas las viviendas de este sector y tamaño usan 12 o más metros cúbicos de calefacción al año y gastan en mantenimiento de calde-

Un sistema de tubos subterráneos calienta o enfría el aire, según la época del año, y luego lo introduce en la propiedad.

ras de por vida”, dice el también director del Instituto Passivhaus en Chile.

Tubos ocultos

Para lograr una buena adición térmica, la casa está revestida entre sus pisos, paredes, cubierta por poliestireno expandido, más conocido comercialmente como piñón o Anipal.

“Tiene 28 centímetros de espesor. Las casas tradicionales casi ni lo ocupan o muy poco, e incluso muchos puntos térmicos por donde se escapa el calor. Al final es lo mismo que comprar un refrigerador en que el puerto no cierra bien”, dice.

En los ventanales ocupan vidrios de triple cristal y no los como usual los temporales.

“Al ser un ventanal más grueso, permite que haya una temperatura adentro de 16 grados como mínimo, mientras que el termómetro llega a 13”, explica.

Una de las cosas más relevantes es que para templar cuenta con un sistema de ventilación mecánica, compuesto por dos tubos que asoman en la superficie del jardín trasero. Bajan a dos metros de profundidad para modificar la temperatura del aire y luego recorren la casa para suministrar constantemente la temperatura requerida.

“La tierra bajo la casa está a unos 12 grados. En invierno, cuando el aire que entra al tubo llega a 1 grado, al pasar bajo la casa se



Así se exponen los tubos que refrescan el aire que regula la temperatura de la casa.

calienta a bajo entre, temperatura. Cuando el aire en verano llega a los 38 grados y pasa por la tierra, se enfría y luego entra la casa. Esto se mueve gracias a una máquina ventiladora que gasta como una ampolla de 20 watts—que ingresa a exterior de la casa el aire y que tiene un filtro que lo limpia. Es un sistema mecanizado—genera a un calefactor. Bajan a dos metros de profundidad para modificar la temperatura del aire y luego recorren la casa para suministrar constantemente la temperatura requerida.

20°C: una casa rica

Si bien la certificación existe hace muchos años, recién en abril de este año se lanzó el Instituto Passivhaus Chile

(www.ipih.cl) para promover el uso de esta certificación en Chile. Y así hoy un edificio residencial en construcción en Nuñoa.

El tipo de ventana, la calidad de la aislación, los materiales utilizados, el sistema de ventilación y hasta la ubicación de la vivienda son factores a considerar en su desarrollo.

“El diseño se realiza considerando el tipo de clima en que se emplaza la vivienda, pero no debe consumir anualmente más de 15 kWh por m² en energía para mantener 20 grados en su interior, considerando la temperatura de confort. Una casa tradicional puede consumir más que eso, y probablemente sentirá más frío”, dice Jorge Sommerhoff, director del instituto.

“El diseño se realiza considerando el tipo de clima en que se emplaza la vivienda, pero no debe consumir anualmente más de 15 kWh por m² en energía para mantener 20 grados en su interior, considerando la temperatura de confort. Una casa tradicional puede consumir más que eso, y probablemente sentirá más frío”, dice Jorge Sommerhoff, director del instituto.

“El diseño se realiza considerando el tipo de clima en que se emplaza la vivienda, pero no debe consumir anualmente más de 15 kWh por m² en energía para mantener 20 grados en su interior, considerando la temperatura de confort. Una casa tradicional puede consumir más que eso, y probablemente sentirá más frío”, dice Jorge Sommerhoff, director del instituto.

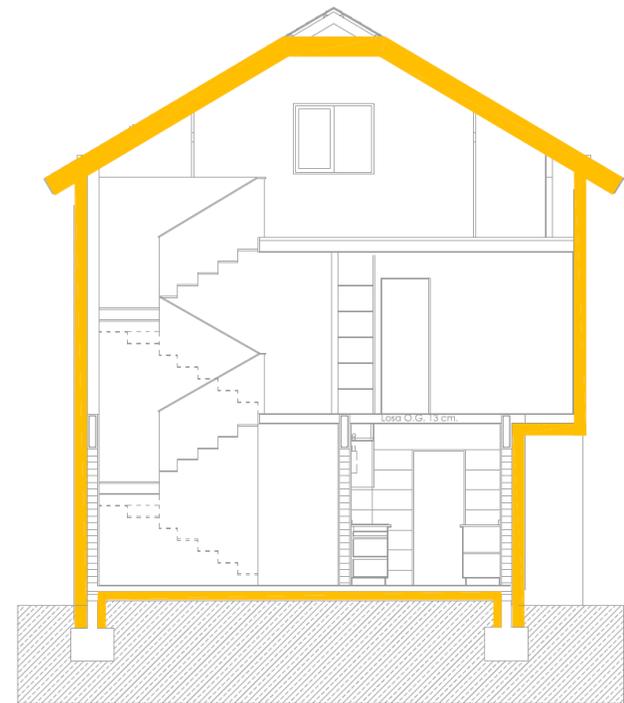
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



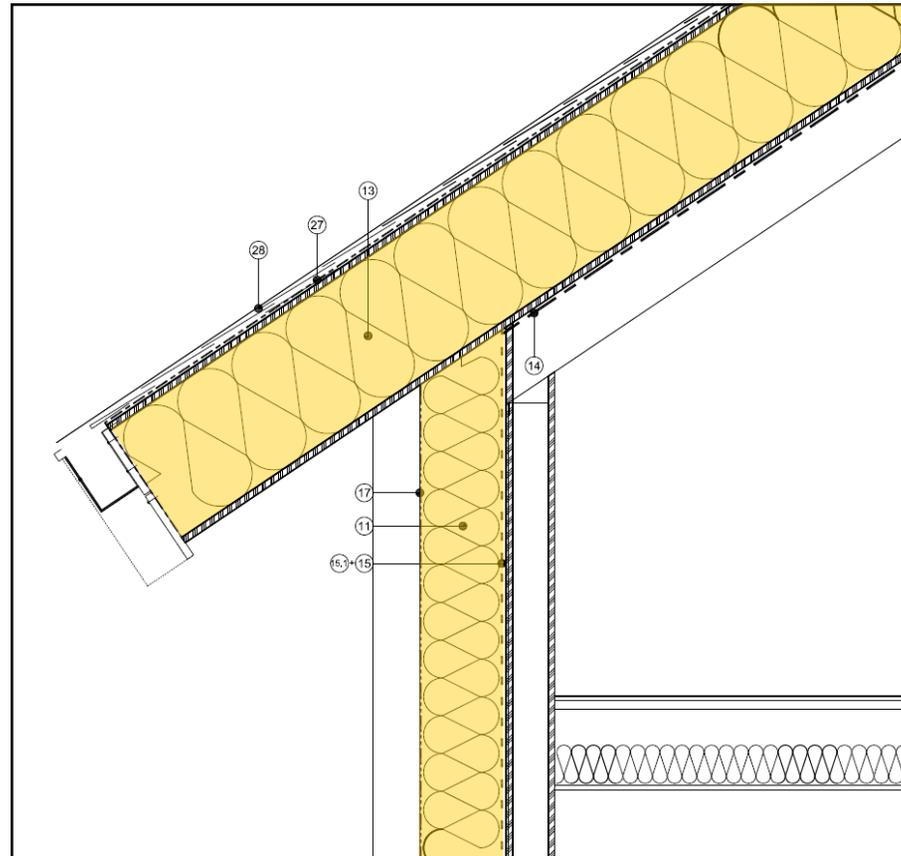
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



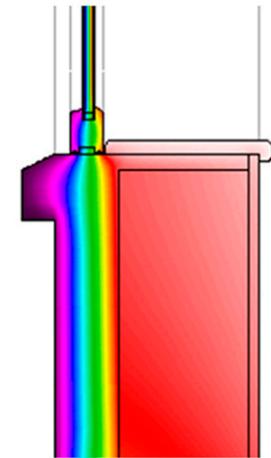
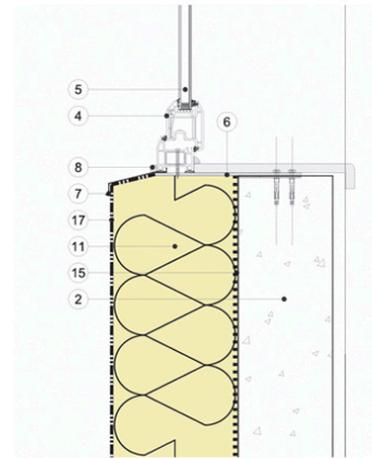
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



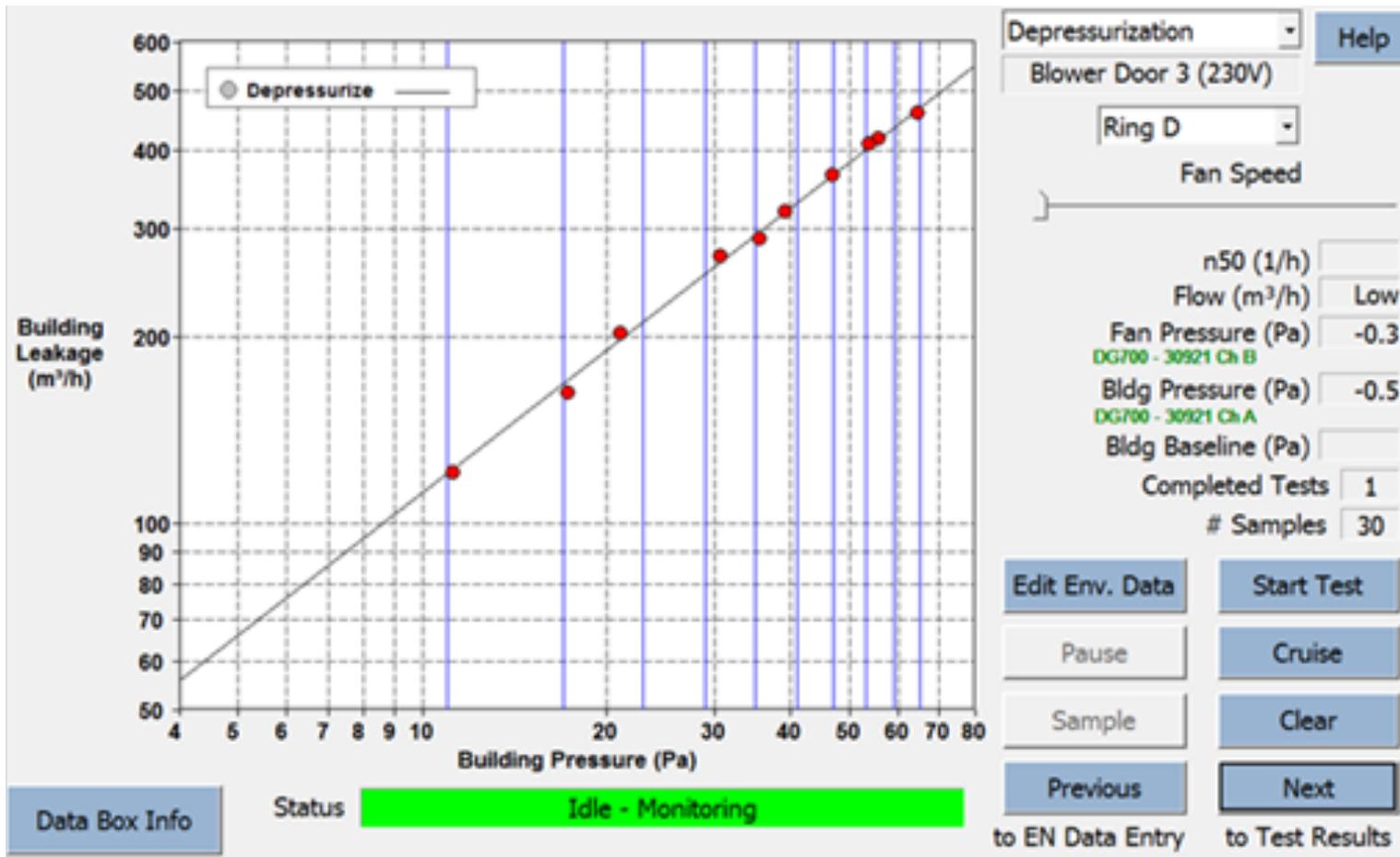
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



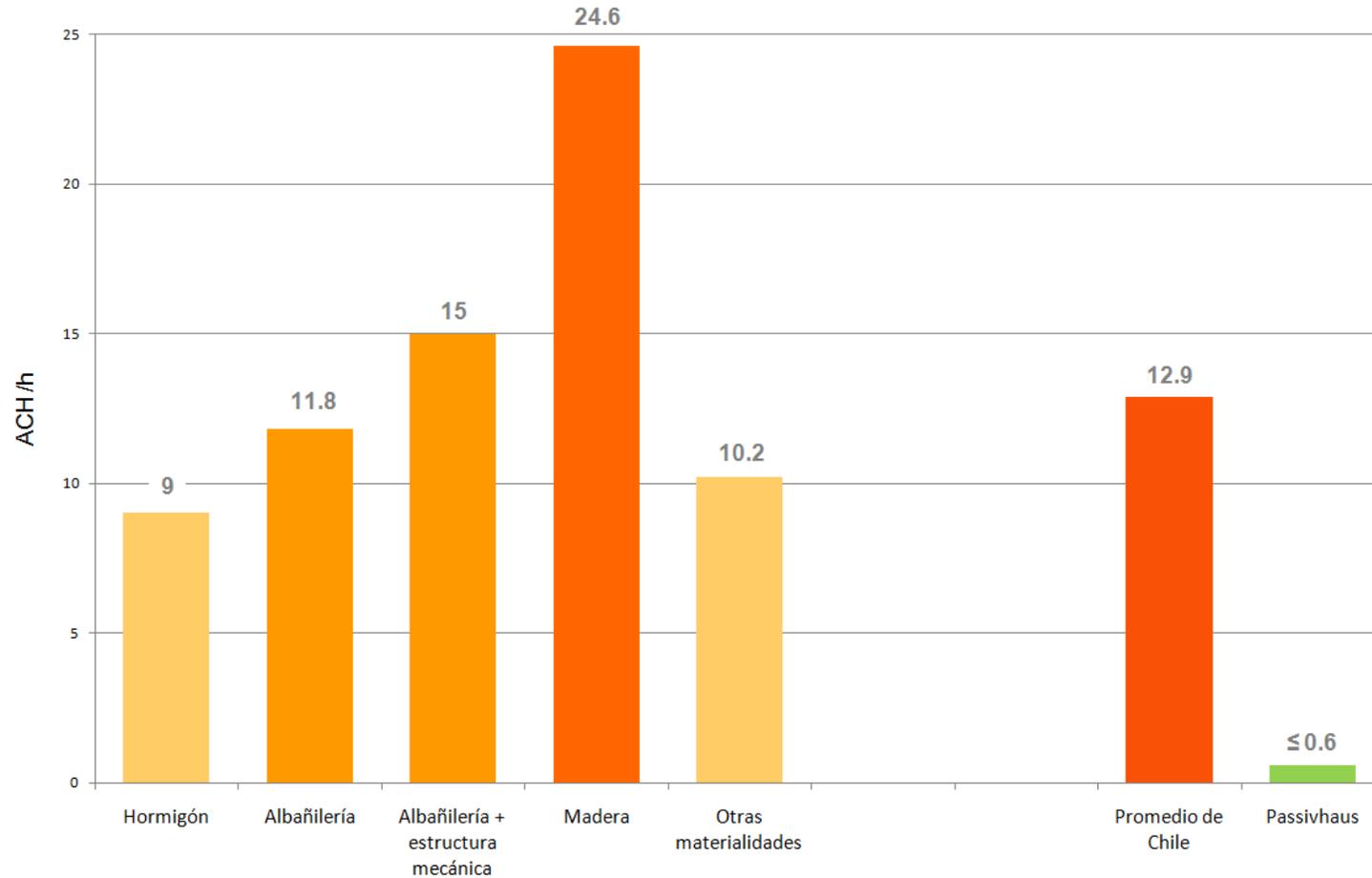
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco

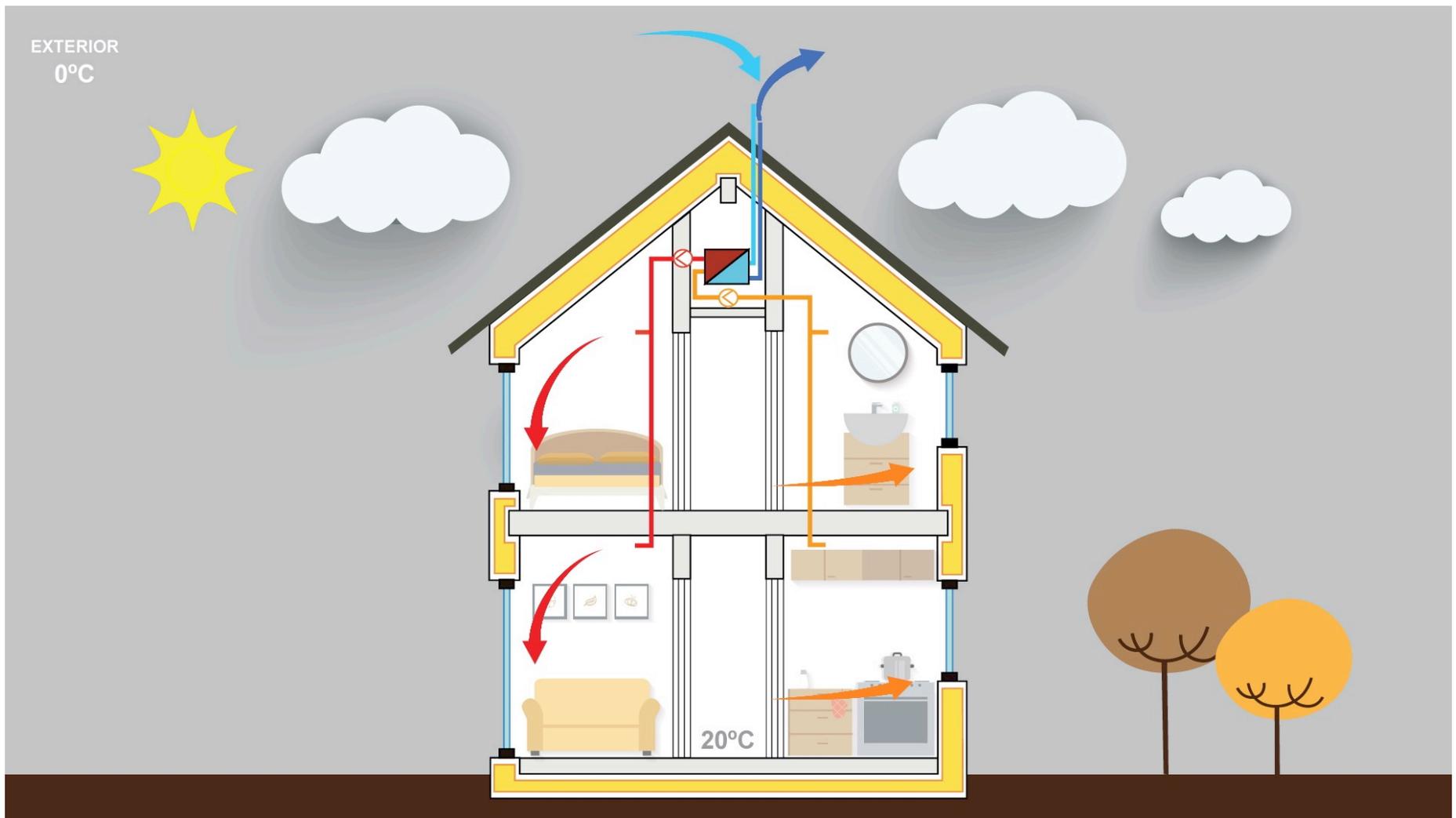


Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco

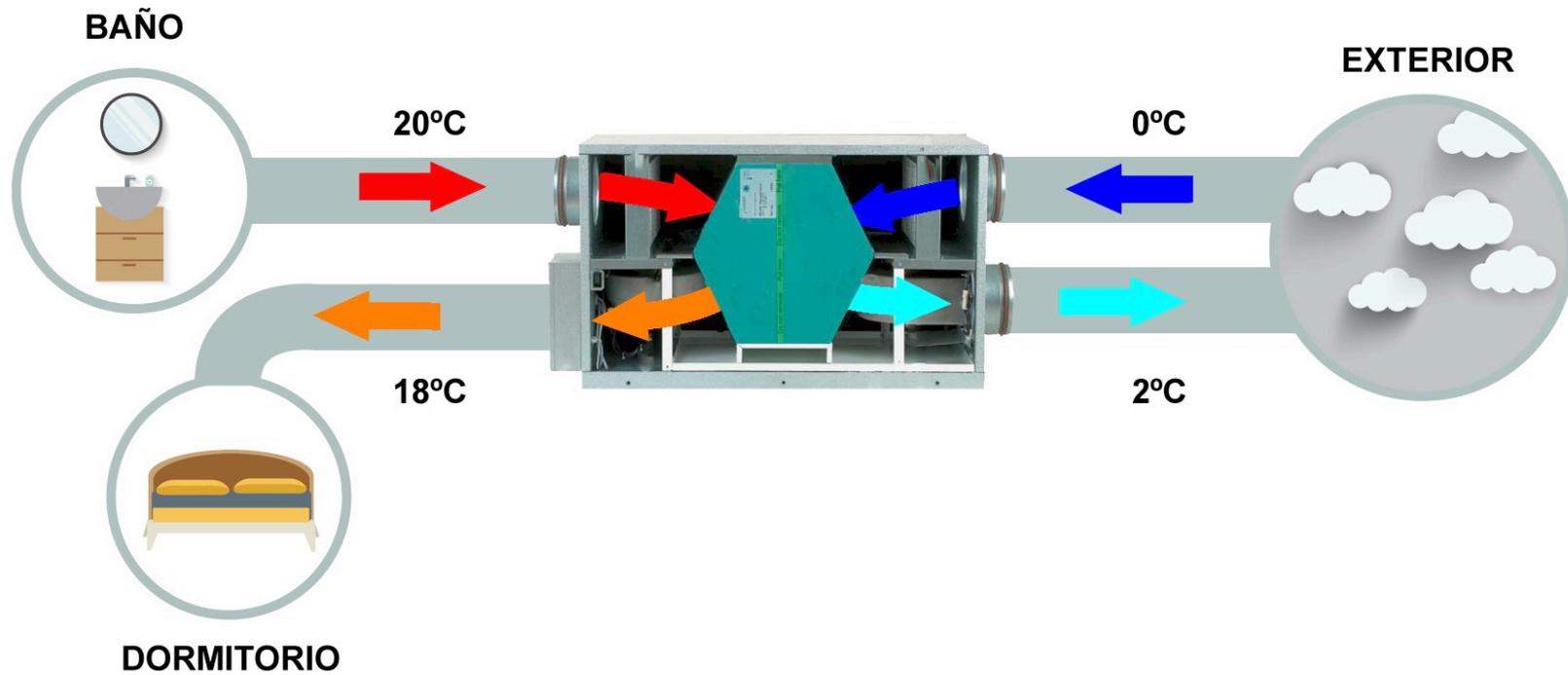
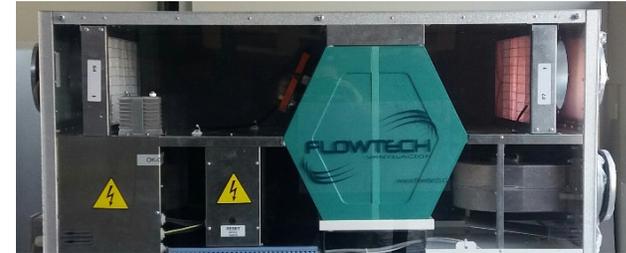


* Manual de hermeticidad de edificaciones, Proyecto Fondef, CITEC-UBB, DECON-UC.

Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



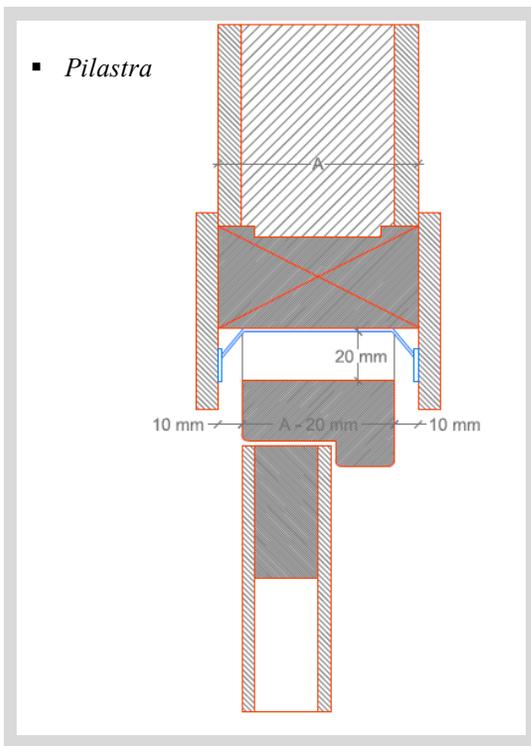
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



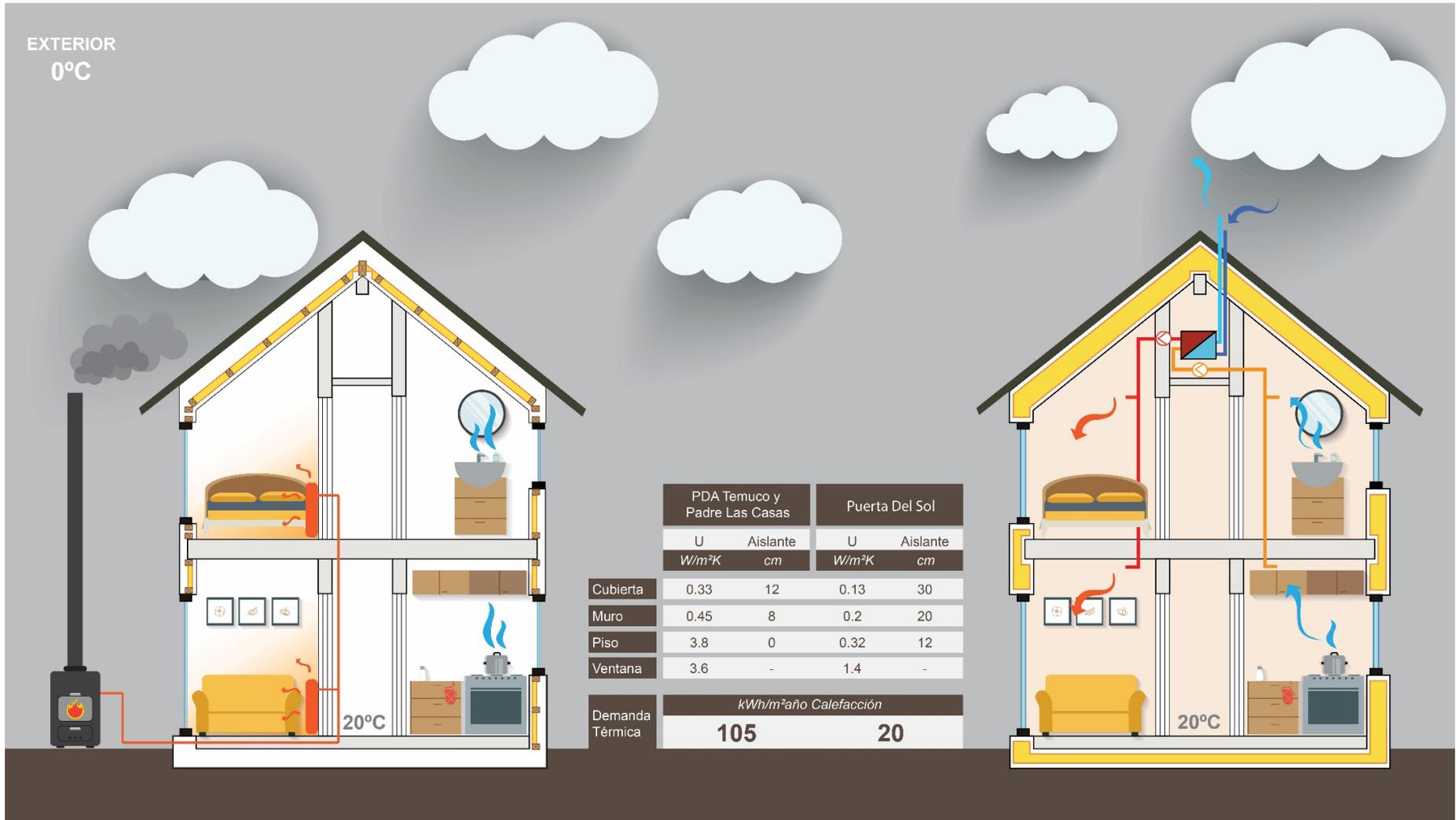
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Requerimientos Térmicos Según Normativa

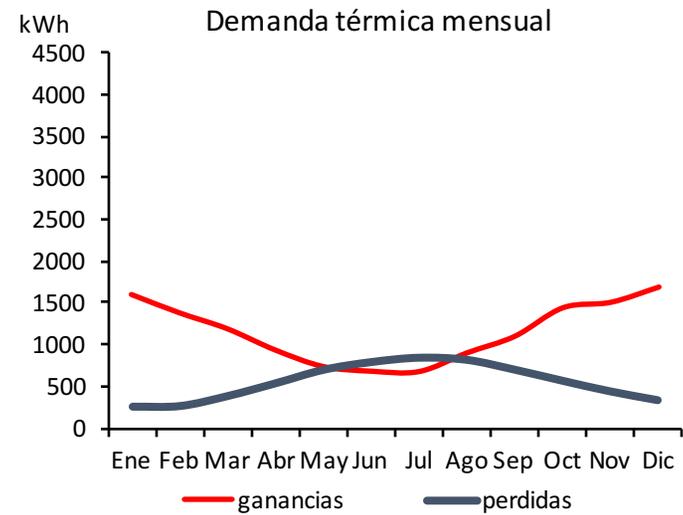
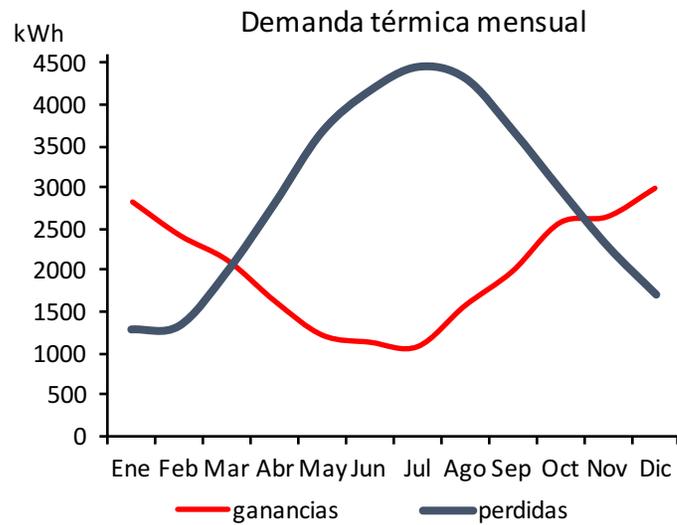
Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



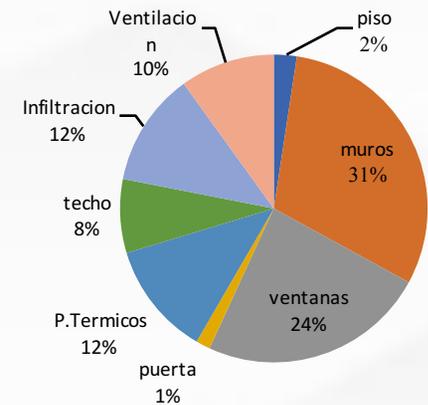
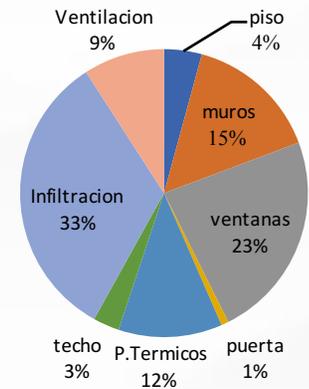
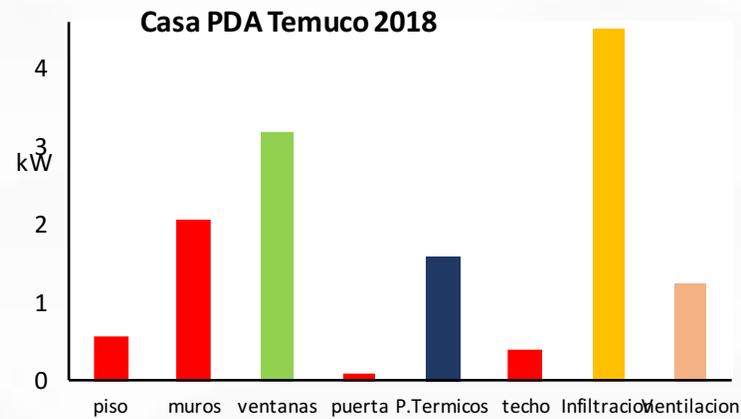
PDA Temuco 2018



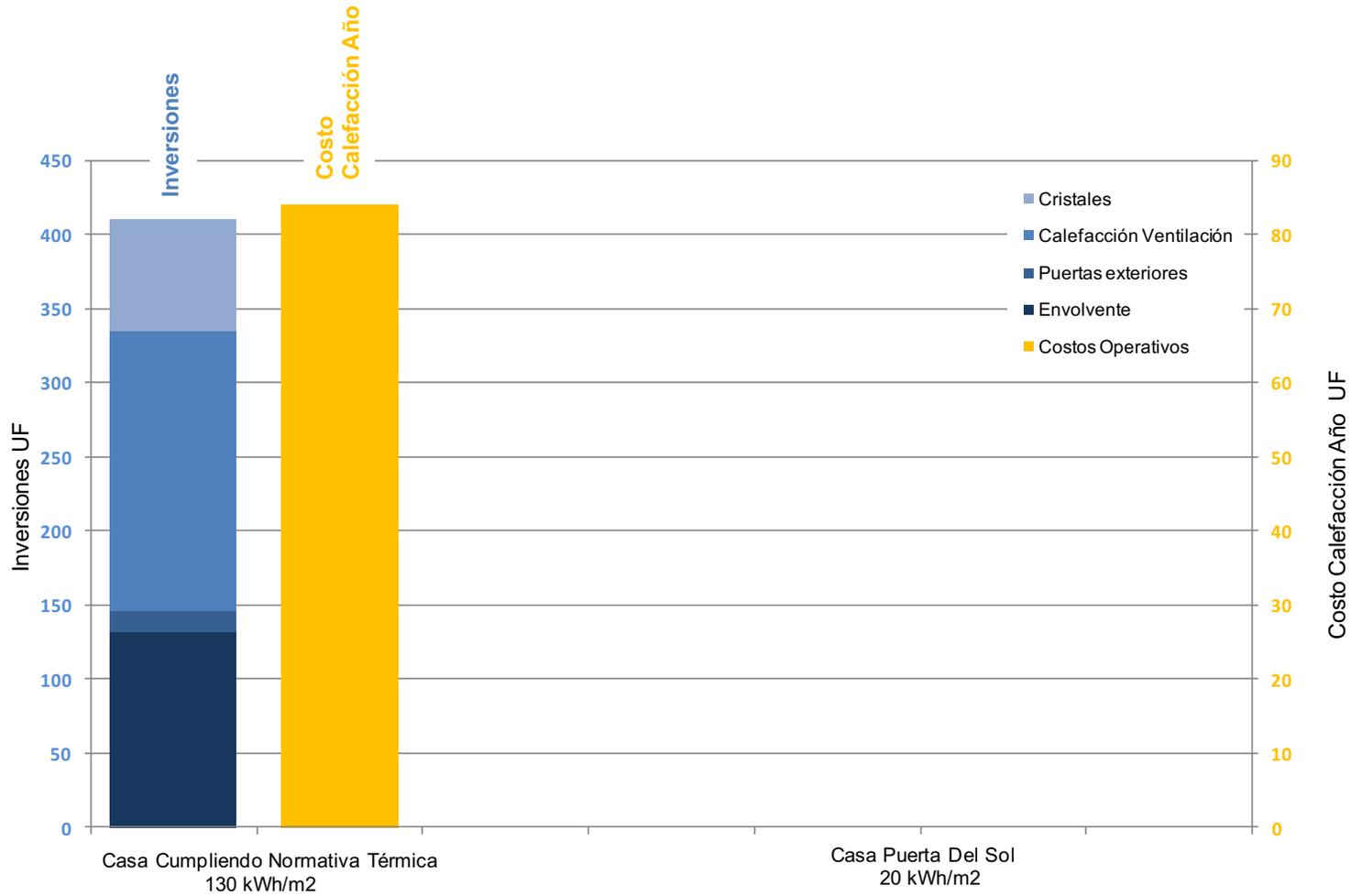
Estándar Passivhaus



Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco

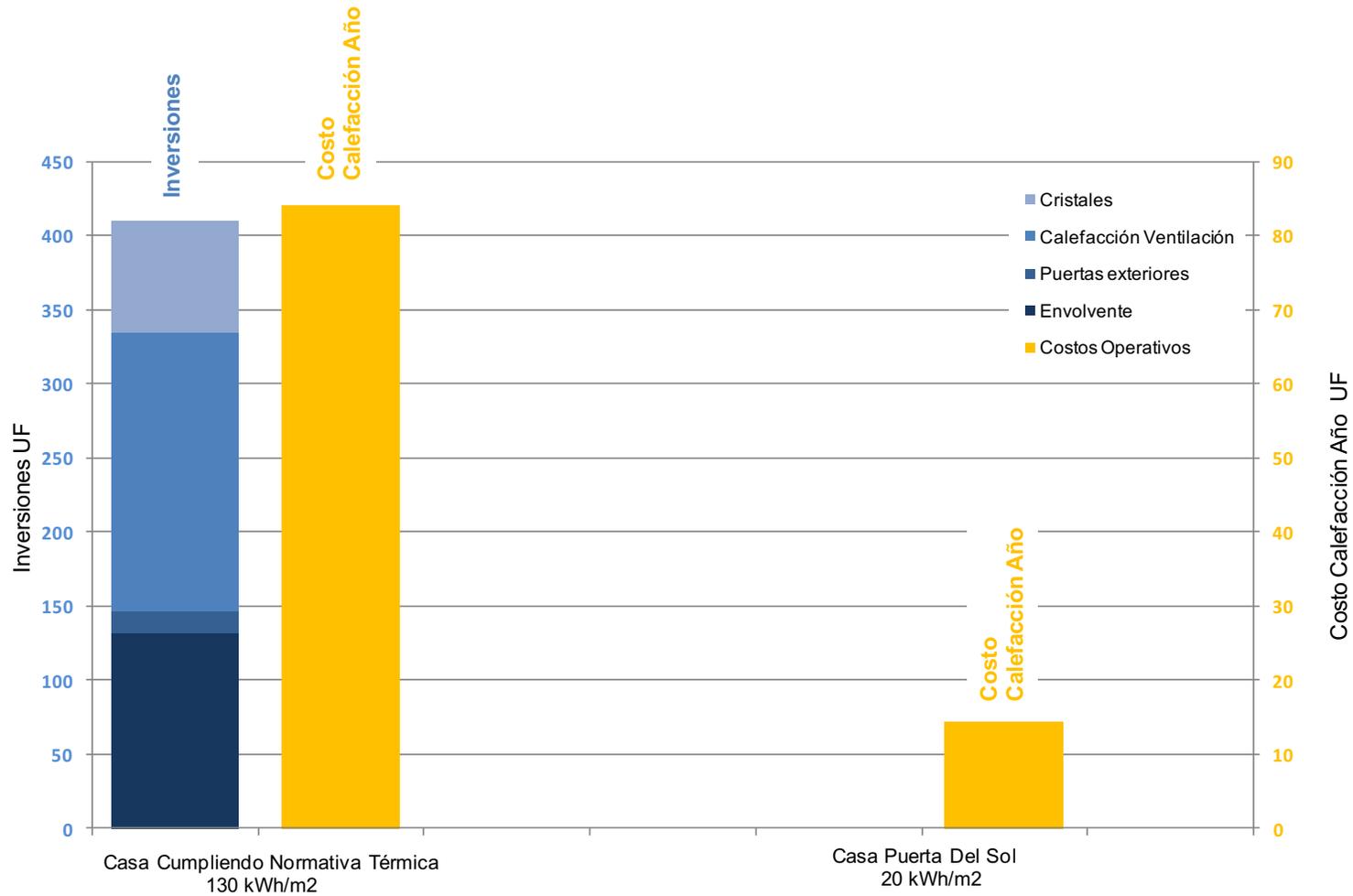


Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



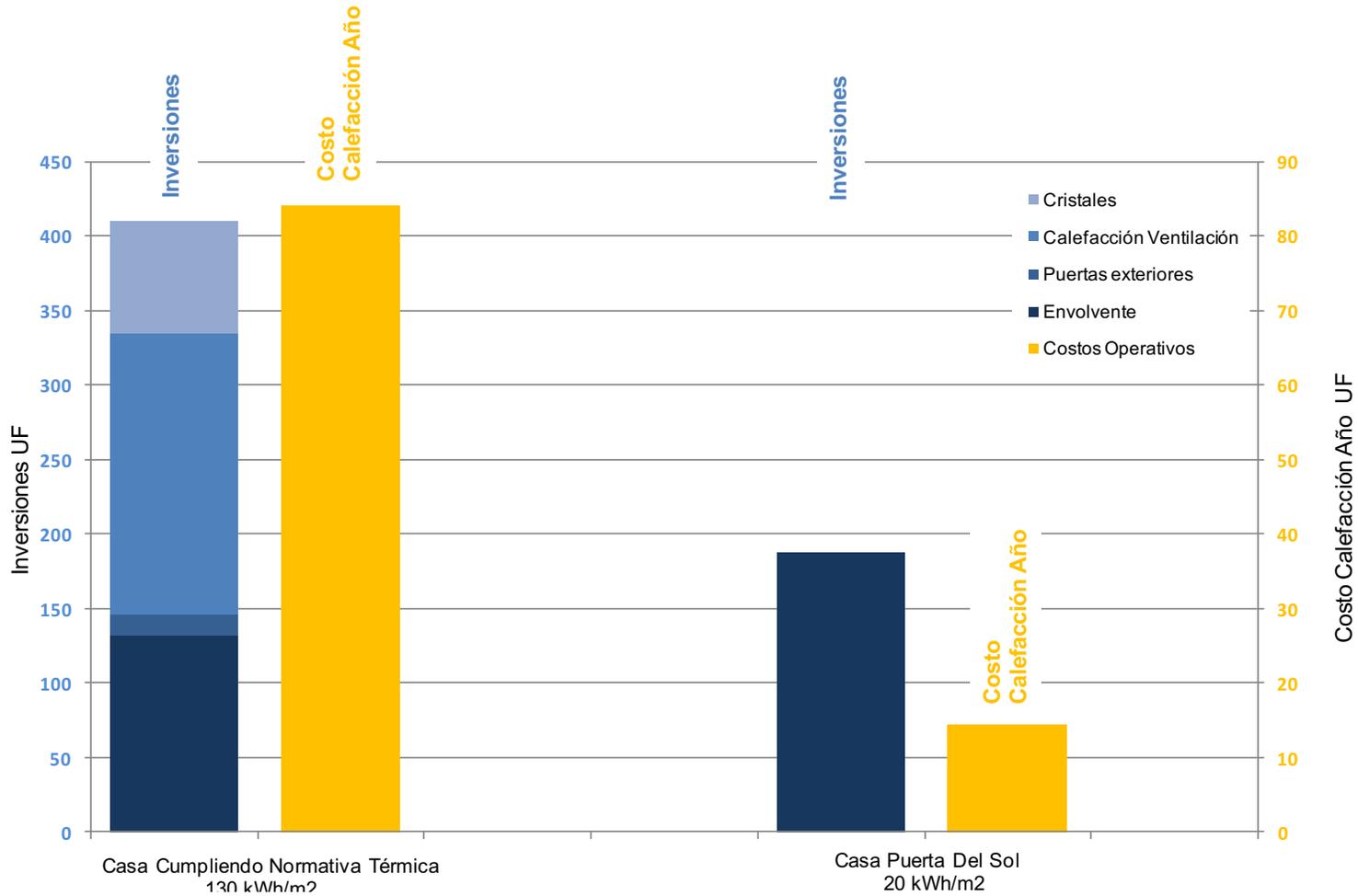
Inversiones y Costo Anual en Calefacción

Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



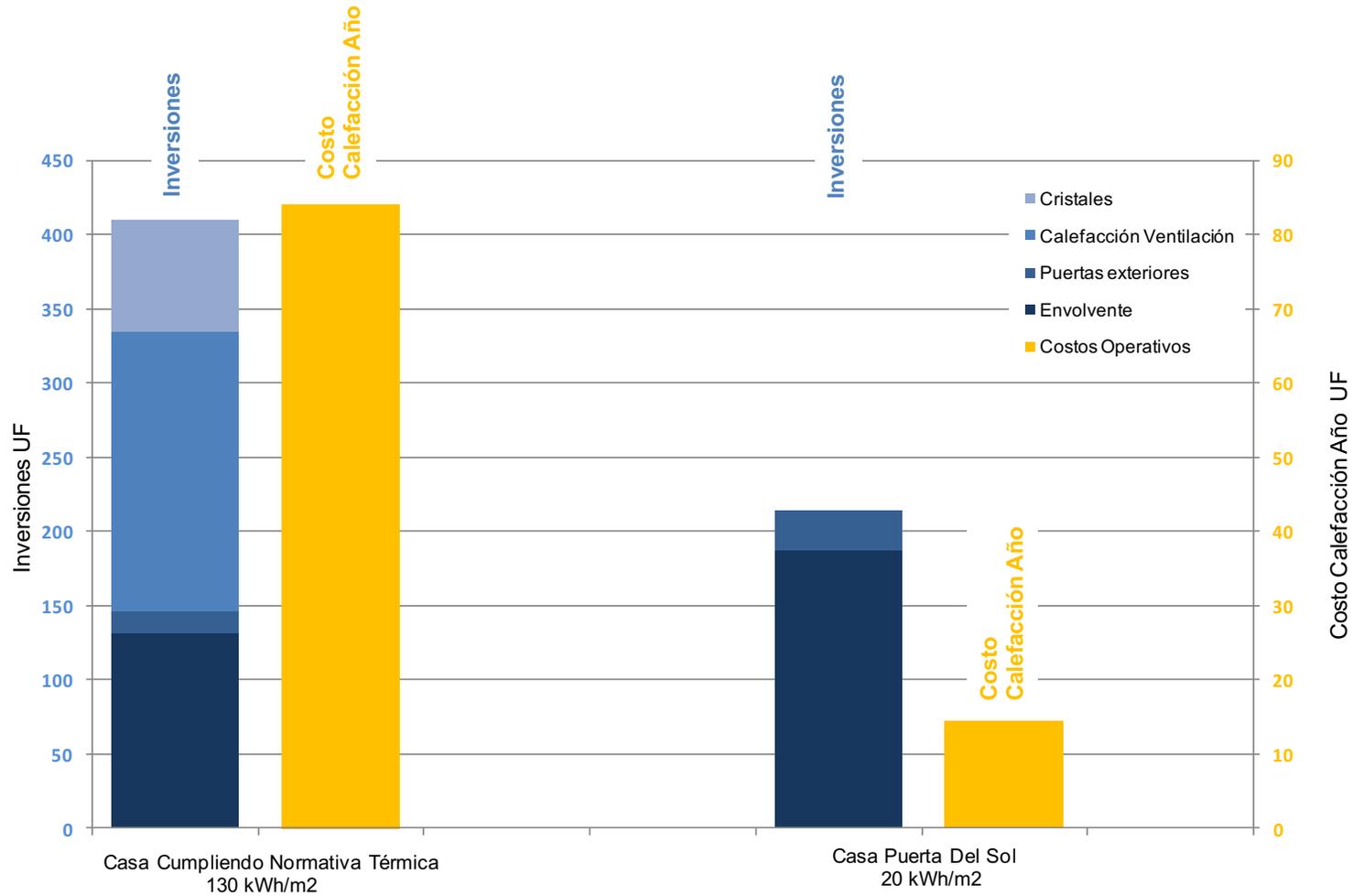
Inversiones y Costo Anual en Calefacción

Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



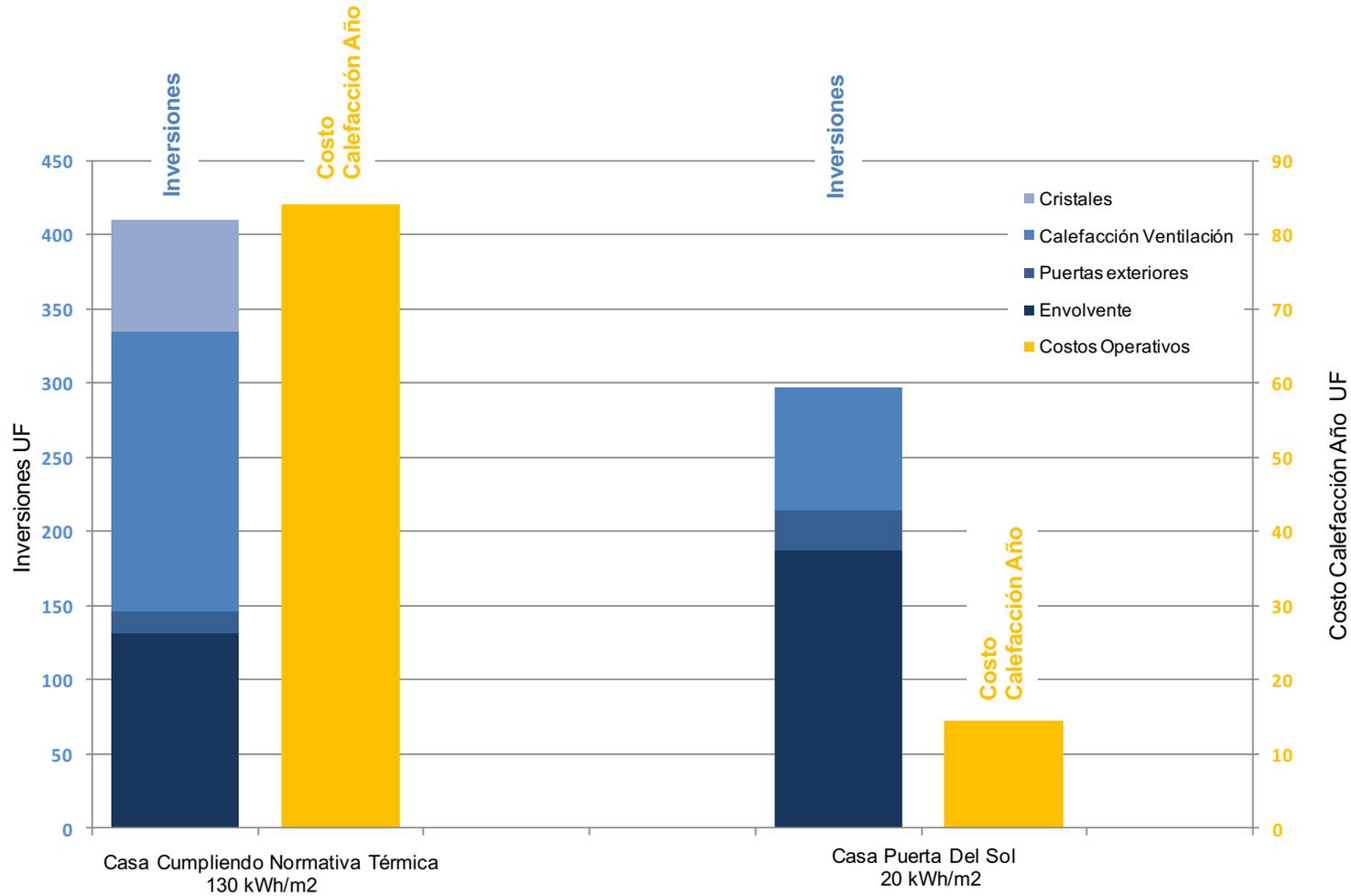
Inversiones y Costo Anual en Calefacción

Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



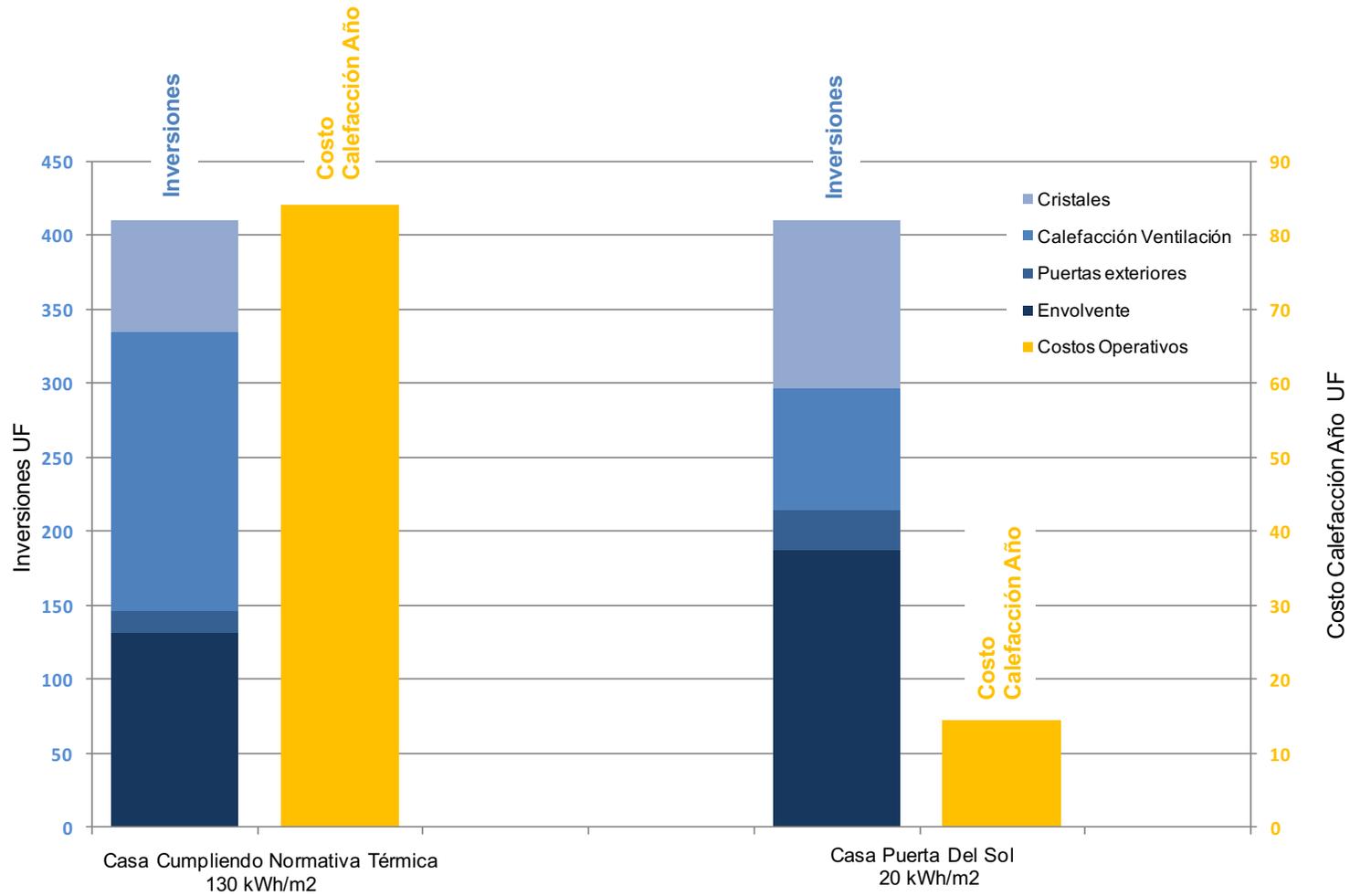
Inversiones y Costo Anual en Calefacción

Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



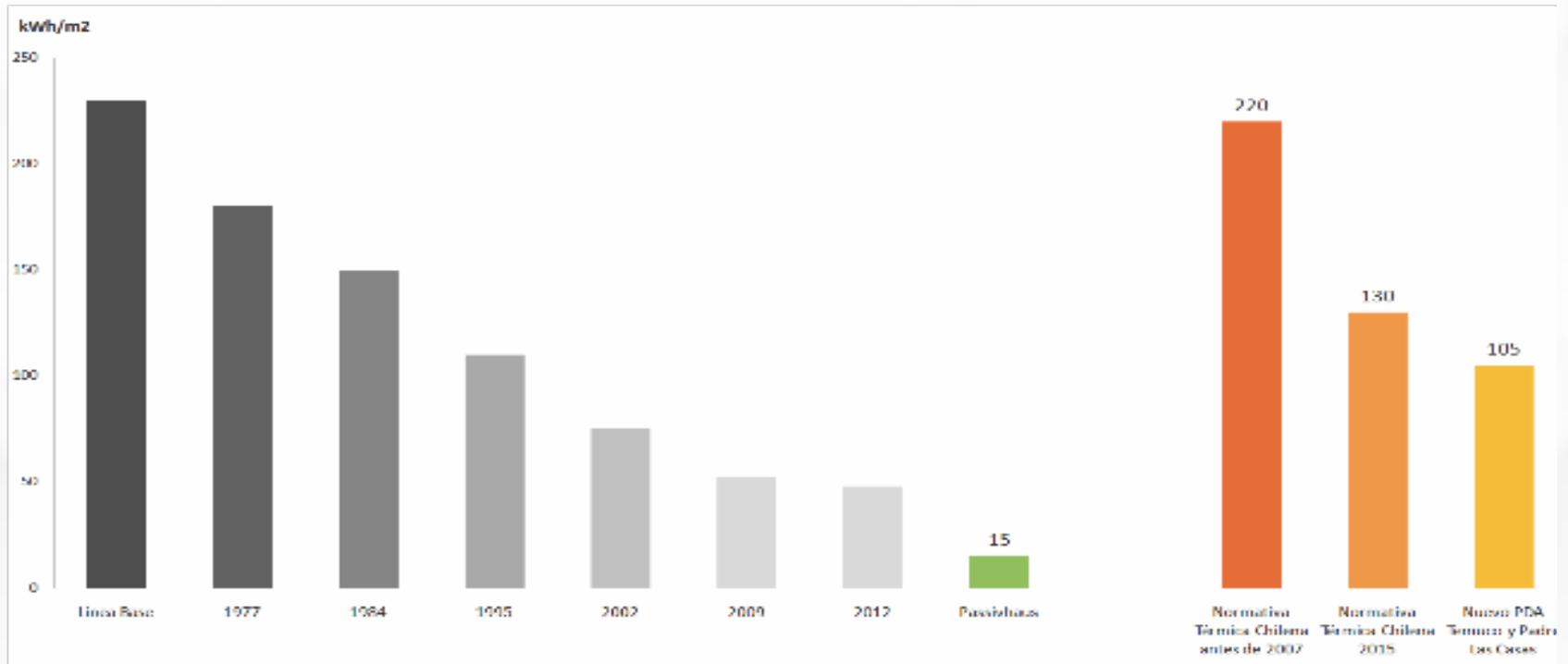
Inversiones y Costo Anual en Calefacción

Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco

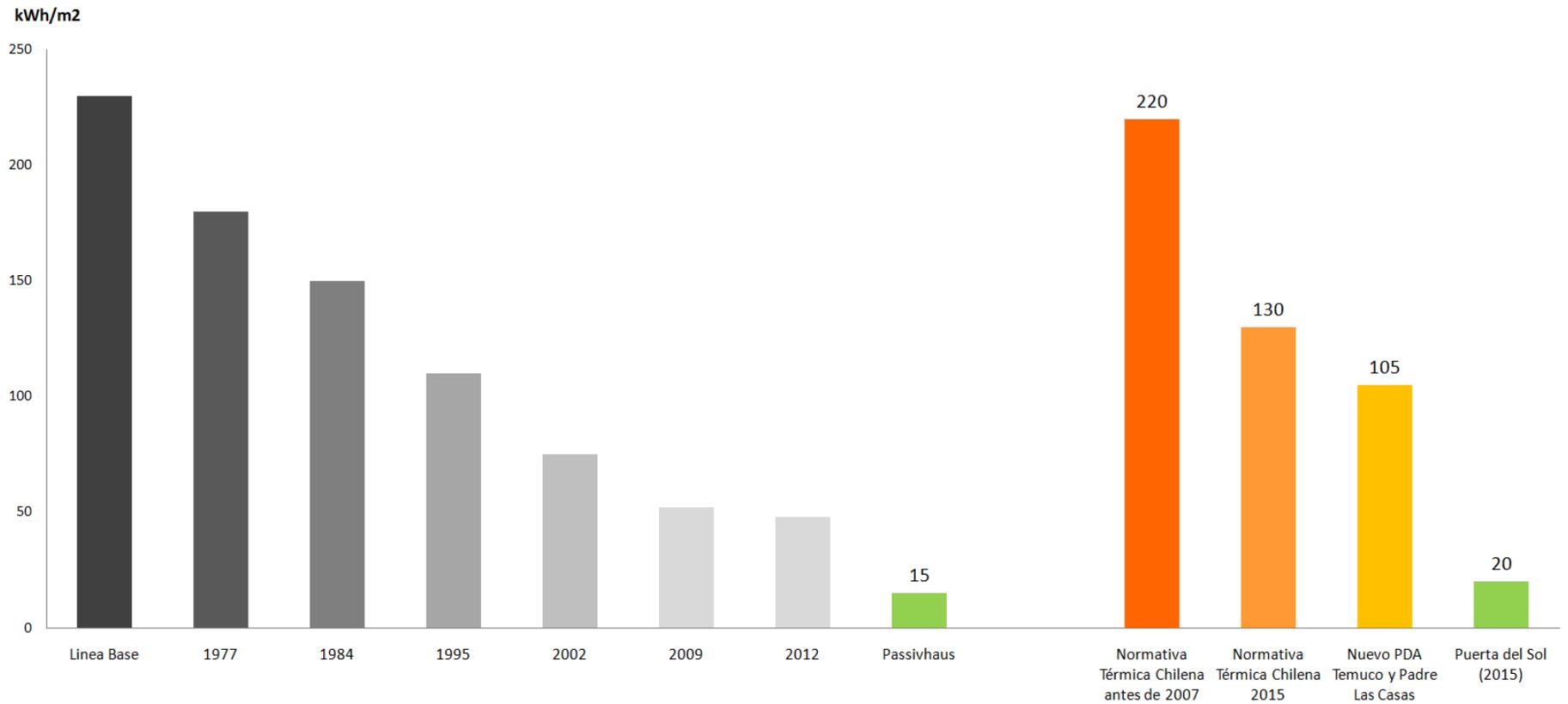


Inversiones y Costo Anual en Calefacción

Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Casos de estudio – Condominio Puerta del Sol, Temuco



Reglamentaciones Energéticas en Alemania y Chile

Investigación de la UC y el Cedeus

Estudio dice que en Temuco hay casi tanta contaminación adentro como afuera de las casas

FRANCISCO NÚÑEZ

Es que algunos llaman calor de hogar, en ciudades como Temuco y la comuna de Padre Las Casas, ambas en la Región de la Araucanía, puede ser un verdadero y literal dolor de cabeza.

Un estudio realizado por investigadores del Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos de la Universidad Católica, en asociación con el Centro de Desarrollo de Desarrollo Urbano sustentable, Cedeus, arrojó que la concentración de material particulado fino (MP 2.5) al interior de los hogares tiene un promedio de 90% de las concentraciones medidas en exteriores.

"Lo que nos indica el estudio es que está tan contaminado adentro de una casa como afuera. Cuando una persona se mete dentro de su casa después de haber estado en la calle, no es mucho lo que se protege de la contaminación exterior", explica Héctor Jorquera, ingeniero civil químico de la U. de Chile, magíster en Ingeniería Química de esa misma casa de estudios, doctor en Química en la Universidad de Minnesota y académico de la UC, y quien, por cierto, es uno de los autores de la investigación.

El asunto no es menor considerando que Padre Las Casas figura en el segundo lugar entre las comunas más contaminadas de Chile, según un informe entregado por la Organización Mundial de la Salud en junio de 2016. Temuco se alza con en el poco honroso cuarto lugar.

Jorquera cuenta que los datos para el

estudio que recién vio la luz se tomaron entre julio y septiembre de 2014, y abarcó 63 casas que cubren toda la zona urbana de ambas comunas.

"Lo hicimos midiendo solo los días de semana, pues los fines de semana es probable que cambien las costumbres. Pero durante los días de semana lo que se nota es que la gente prende la estufa al llegar a la casa y la deja así hasta la medianoche. Se va a acostar con lo que queda de leña, la que se va consumiendo

hasta apagarse. A eso le llamamos combustión lenta. Ese es como el patrón de comportamiento de las personas. Los resultados dan cuenta que la quema de madera es responsable del 84% del material particulado fino que se respira en Temuco y Padre Las Casas", explica el académico, quien

agrega que menos del 10 por ciento de leña que se vende en el sur está seca o certificada (la que menos contamina), y que los equipos que se utilizan para calefaccionar un recinto cerrado son de dudosa calidad. "Algunos de estos equipos son antiguos y otros, para peor, hechizos. En el sur pasa eso, mucho equipo hecho en forma artesanal sin tecnología para evitar las emisiones", afirma.

Y eso no es lo peor. Jorquera advierte que la gente tiene por costumbre utilizar las estufas, chimeneas y cocinas a leña "sobrecargándolos de palos. Después bajan la entrada de aire (de estos calefactores) con la idea de conservar el calor dentro del hogar y que la madera se consuma lentamente. Pero según ese esquema de combustión lenta, el equipo emite mucho más material particulado

Según el documento, no hay cómo escapar del material particulado fino.



MARIO QUILCÓRAN

fino. Porque no es lo mismo quemar en forma rápida un pedazo pequeño de leña, de 5 centímetros de largo, que un tronco de 30 centímetros que se quema en forma ineficiente".

El investigador asegura que las medidas que ha implementado el Ministerio de Medio Ambiente, como el subsidio para obtener nuevos calefactores y mejoramiento térmico en viviendas, van por buen camino, pero que esto apenas abarca "el 30 por ciento de los calefactores y las viviendas. Es una proporción pequeña. Ahora, las viviendas que obtengan subsidio térmico tendrán una menor influencia exterior, pero el problema es-

tá al revés. Lo que se emita al interior es importante. Es decir, no es muy buena idea tener una vivienda con renovación térmica y luego meterle una estufa a parafina".

-¿Acaso la leña calienta más que otras fuentes?

"Es el combustible que está más disponible, pero no es necesariamente el más poderoso. Si tú quemas leña húmeda es casi lo mismo que estar pagando por gas licuado o kerosene. Se gasta mucha energía tratando de evaporar el agua que tiene la leña y su poder calorífico es menor. Es como si compraras agua para calefaccionar... Es muy raro.

Temuco es la cuarta comuna más contaminada de Chile, según la OMS.