



Seminario

ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN VIVIENDAS SOCIALES

Valparaíso, 17 y 18 de octubre 2017

DISEÑO PASIVO

17 de octubre 2017

Maria Blender

Arquitecta Consultora

www.mariablender.com

MARIA BLENDER

Arquitecta Consultora independiente

Master en Arquitectura de la Universidad de Stuttgart, Alemania

Especializada en los aspectos ambientales de la arquitectura y la construcción: Edificación sustentable – Eficiencia energética – Uso pasivo de la energía solar – Patologías de humedad

Realiza proyectos de arquitectura y construcción, asesoría a proyectos, docencia y capacitación, evaluación de impacto ambiental, entre otros.

Acreditaciones: Evaluadora Energética MINVU (CEV). Asesora de “Certificación Edificio Sustentable” (CES), Instituto de la Construcción.

Nacionalidad alemana – 20 años en Chile – 25+ años de experiencia profesional

www.mariablender.com



CONTENIDO

- Identificación de un **problema principal** en las construcciones de vivienda social: **moho**.
- Descripción de las **soluciones**, en base de los criterios de «**diseño pasivo**» contenidos en «**Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas**» ECSV Tomo 2 «**Energía**» del MINVU, así como en otras fuentes.

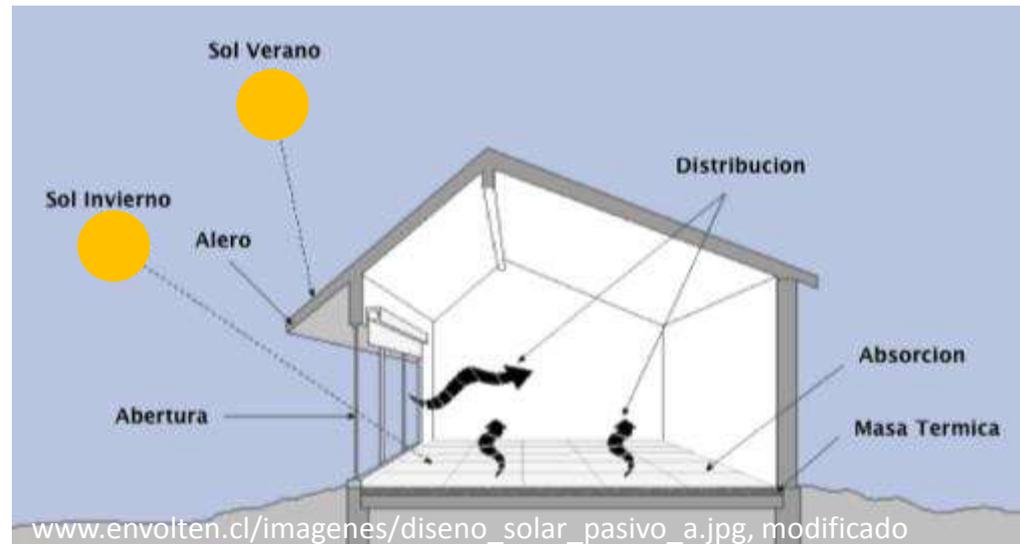


Foto: Maria Blender

¿QUE ES EL «DISEÑO PASIVO»?

Es el **diseño arquitectónico y constructivo** de la edificación que genera un clima interior adecuado, **sin sistemas técnicos de transformación de energía**.

El «**diseño pasivo**» en esencia es «**diseño solar pasivo**».



No es exactamente lo mismo como el «Passivhaus» («casa pasiva»)

- Un Passivhaus por lo general **no requiere una calefacción convencional**, gracias al diseño, el aislamiento térmico y la recuperación de calor del aire de ventilación.
- La certificación del Instituto Passivhaus, exige una demanda de calefacción de máx. 15 kWh/m²a, entre otros criterios energéticos.

EL PROBLEMA CENTRAL: MOHO



Imagen: Serviu Valparaíso

EL PROBLEMA CENTRAL: MOHO



Imagen: Serviu Valparaíso

EL PROBLEMA CENTRAL: MOHO



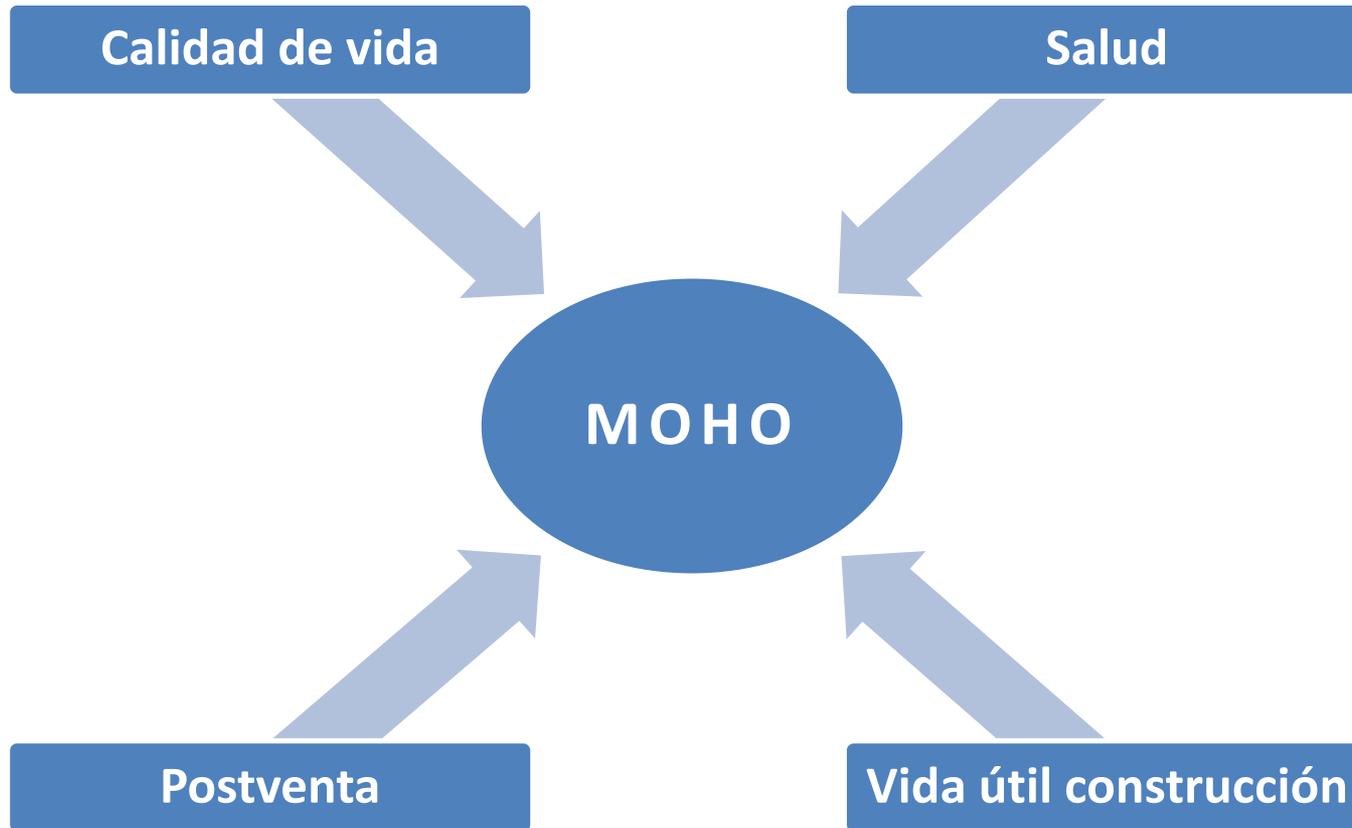
Imagen: Serviu Valparaíso

EL PROBLEMA CENTRAL: MOHO



Imagen: Serviu Valparaíso

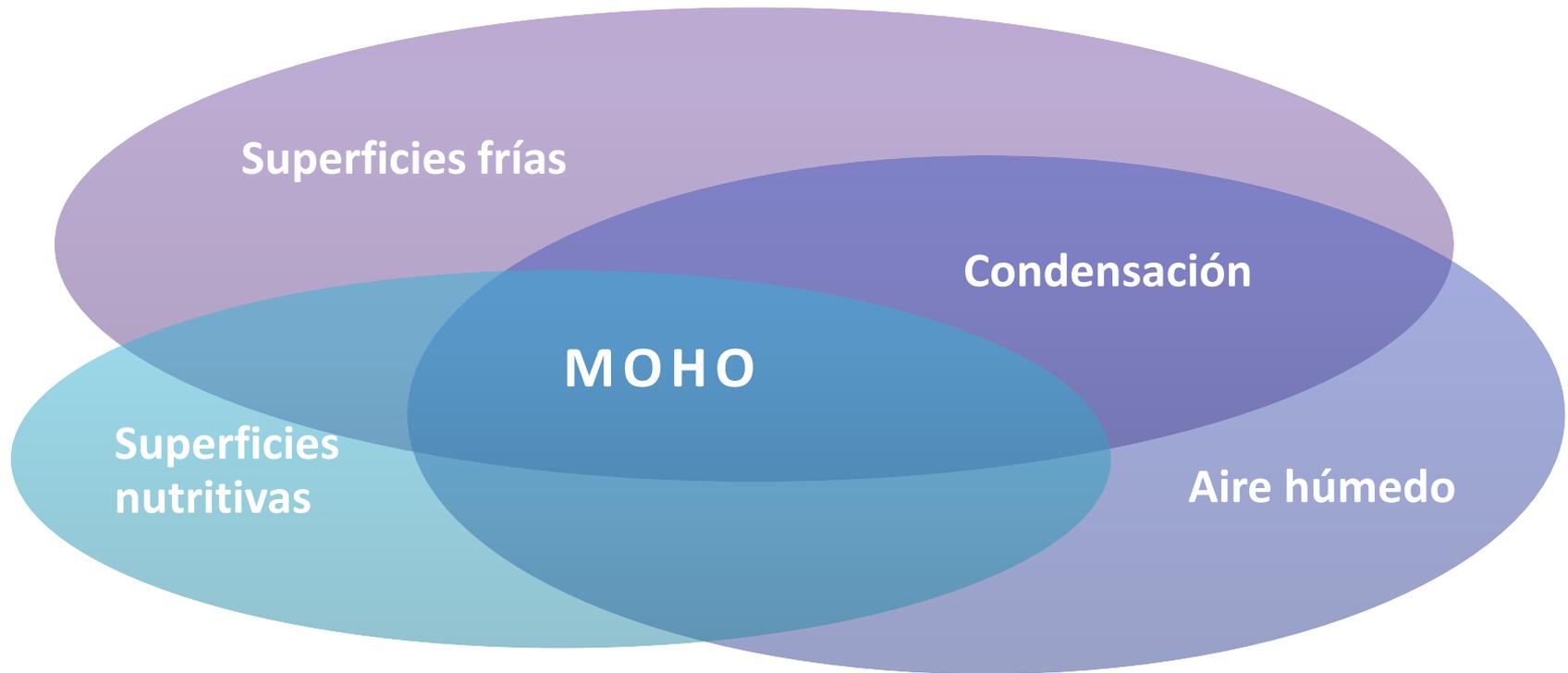
EL PROBLEMA CENTRAL: MOHO



MOHO

La **condensación** es la principal causa para las infestaciones con moho.

No obstante, para el moho basta una **humedad del aire de 80 %** que persiste en el tiempo.



MOHO – ELIMINACIÓN

- Pequeñas infestaciones superficiales se pueden eliminar con agua oxigenada 10 vol., o con cloro.
- Grandes infestaciones deben ser tratados por expertos.

Siempre se debe **identificar y eliminar la causa** de la infestación.



MOHO – PREVENCIÓN

Estrategias:

- **Reducir contenido de humedad** en el aire
- **Aumentar la temperatura de las superficies**
- **Reducir valor nutritivo** de las superficies



MOHO – PREVENCIÓN DESDE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

A. Control de la humedad del aire interior

Requerido: máx. 70% HR

Necesario:

- **Condiciones adecuadas de ventilación**, que permiten la ventilación necesaria por higiene, sin grandes pérdidas de calor
- **Buenos hábitos de ventilación** por parte del usuario



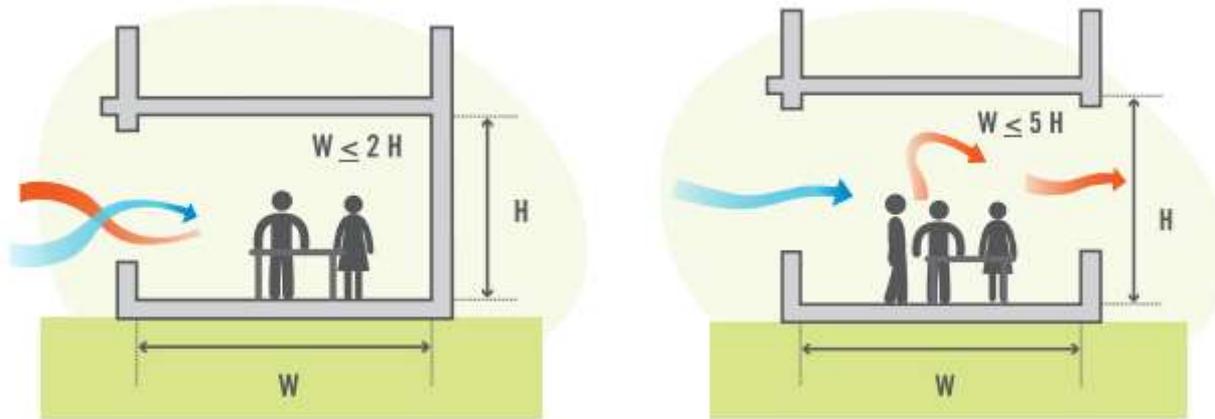
CONTROL DE LA HUMEDAD DEL AIRE INTERIOR

ECSV Tomo 1 «Salud y Bienestar» Cap. 1.1.1 Calidad del aire interior

Requisitos de ventilación resumidos

Tipo recinto	Recintos habitables (estar, dormitorios, pasillo)	Recintos de servicio (cocina, baños)
Ventilación natural	Área de abertura > 4% de la superficie de piso, min. 0,3 m ²	Área de abertura > 4% de la superficie de piso, min. 0,15 m ²
Ventilación mecánica	No permitido	Permitido

(Hay indicaciones adicionales respecto obstrucciones exteriores y zonas con clima extremo, así como la eficacia de diferentes configuraciones.)



CONTROL DE LA HUMEDAD DEL AIRE INTERIOR

El usuario debe aplicar **buenos hábitos de ventilación**.

Se recomienda:

- Entregar con cada vivienda un higo-termómetro
- Instruir su uso detalladamente, aplicando técnicas de comunicación efectiva



MOHO – PREVENCIÓN DESDE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

B. Aumento de las temperaturas (superficiales)

Requerido: $T > T_{\text{rocío}}$

Para prevenir condensación superficial e intersticial, el aire húmedo interior no debe alcanzar elementos constructivos con una temperatura debajo del punto de rocío.

Necesario:

- **Calefacción**, idealmente:
 - sin aumentar la humedad del aire
 - sin emanación de contaminantes que requieren ventilación
 - continua, al menos con nivel básico
- **Hermeticidad de la construcción**, para que el aire interior no entre a la construcción

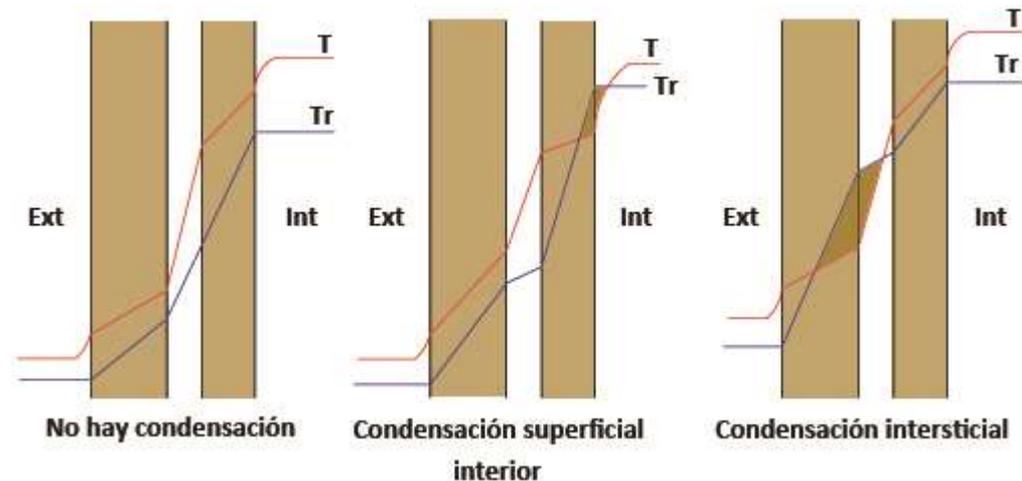


Gráfico: rehabilitayreforma.com/humedades-en-cerramientos-diagnostico/

AUMENTO DE LAS TEMPERATURAS – CALENTAMIENTO

ECSV Tomo 2 «Energía» – Objetivos

- Reducir la demanda y el consumo energético del sector residencial, a través de:
 - **Diseño solar pasivo**
 - Uso de equipos energéticamente eficientes y de energías renovables
 - Hábitos de uso eficiente de la energía, en las diferentes etapas de un proyecto.
- Aumentar el bienestar de los habitantes
- Aportar a las metas de la “Política Energética de Chile 2050”

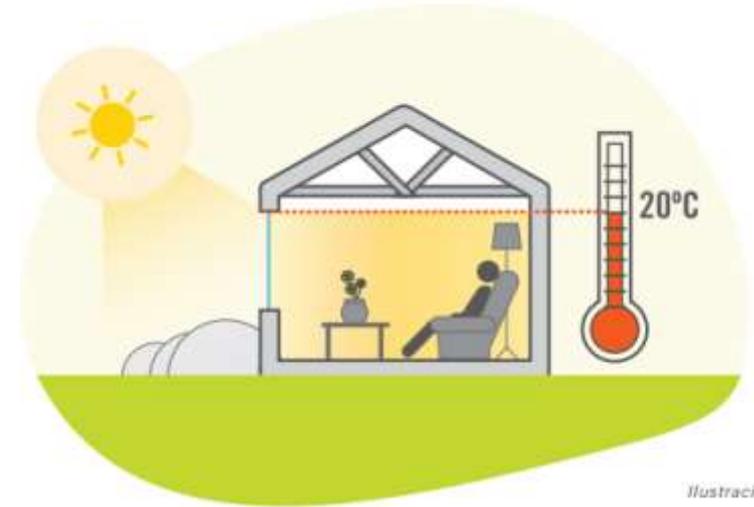


Ilustración N°1

Resumen metas:

Objetivo	Año	Sector
Reducir en 12 % el consumo energético	2020	CPR
Reducir en 20 % la emisión de gases de efecto invernadero	2020	Construcción
Generar 10 % de la energía a través de fuentes renovables	2024	Construcción

ECSV TOMO 2 «ENERGÍA»

Contenido

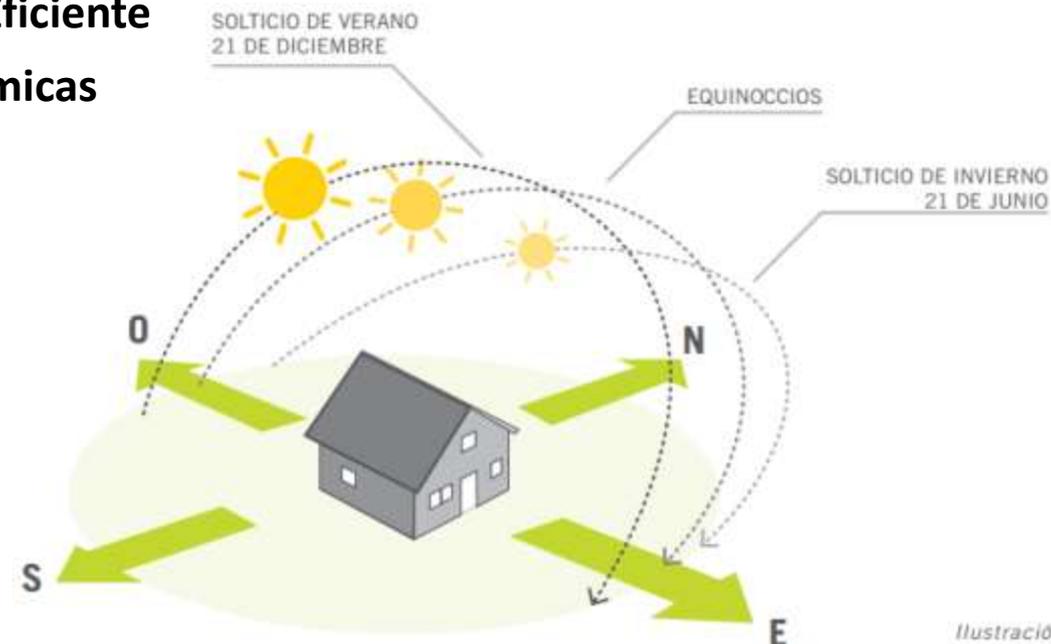
Cap. 2.1: **Estándares y metas de eficiencia energética** para diseño, construcción y uso de viviendas

Cap. 2.2: **Estándares de diseño pasivo**

1. **Asoleamiento**
2. **Envolvente Opaca Eficiente**
3. **Envolvente Transparente Eficiente**
4. **Protecciones solares y térmicas**
5. **Infiltraciones**

Cap. 2.3: Equipos y artefactos eficientes

Cap. 2.4: Plan de gestión



Ilustración

ECSV TOMO 2 «ENERGÍA»

Metas de eficiencia energética:

- Meta de demanda calefacción
- Meta demanda de refrigeración
- Zonificación nueva

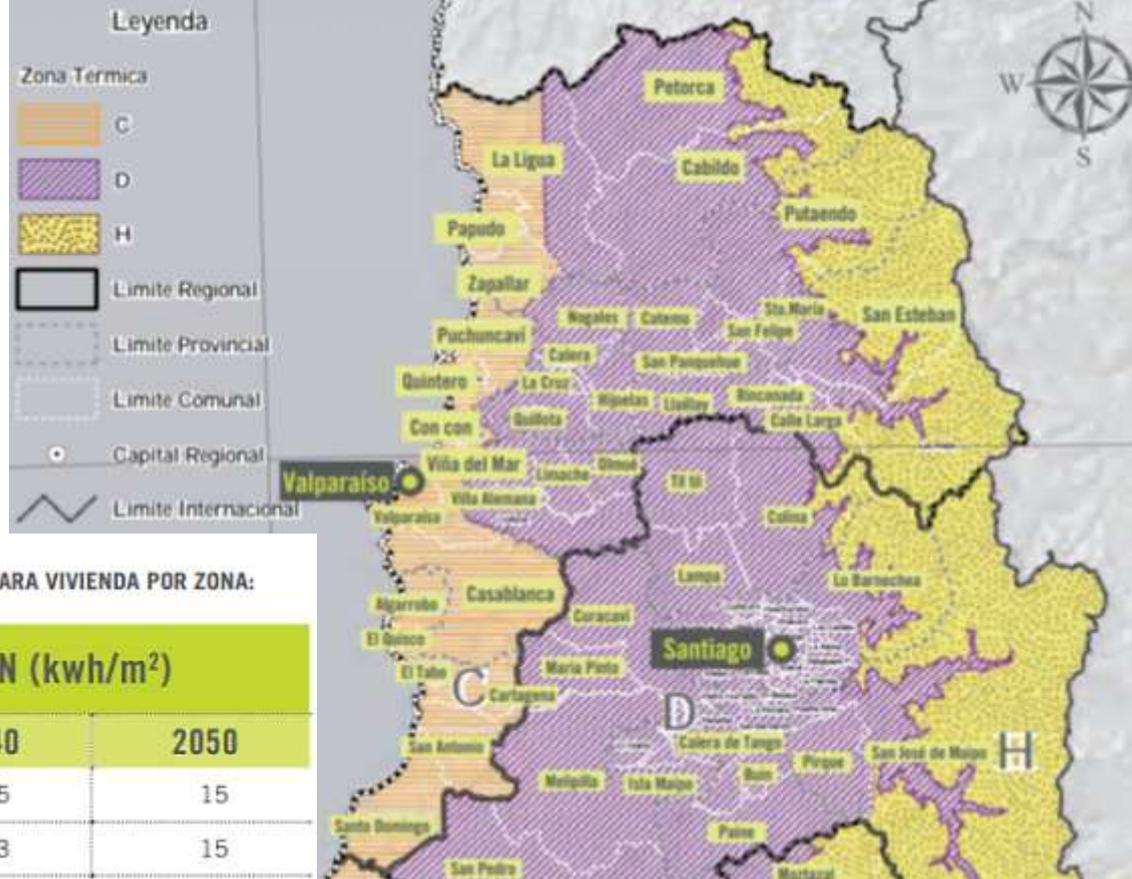


TABLA 2.1.:

TABLA DE REQUERIMIENTOS MÁXIMOS DE DEMANDA EN CALEFACCIÓN PARA VIVIENDA POR ZONA:

ZONAS TÉRMICAS	DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kwh/m ²)			
	2020	2030	2040	2050
Zona A	15	15	15	15
Zona B	90	65	43	15
Zona C	77	56	38	15
Zona D	71	52	35	15
Zona E	117	88	59	30
Zona F	135	100	67	30
Zona G	120	90	60	30
Zona H	120	90	60	30
Zona I	150	110	73	30

- **Exigencia (Pre-) Calificación CEV**
Ambas letras (demanda de archit. y consumo total de energía)
 - Hasta 2019: mínimo «C»
 - A partir de 2020: mínimo «B»

ECSV - DISEÑO PASIVO: 1. ASOLEAMIENTO

El sol es la única calefacción gratuita y limpia que tenemos.

Por esto su uso optimizado es la base de la construcción de eficiencia energética.

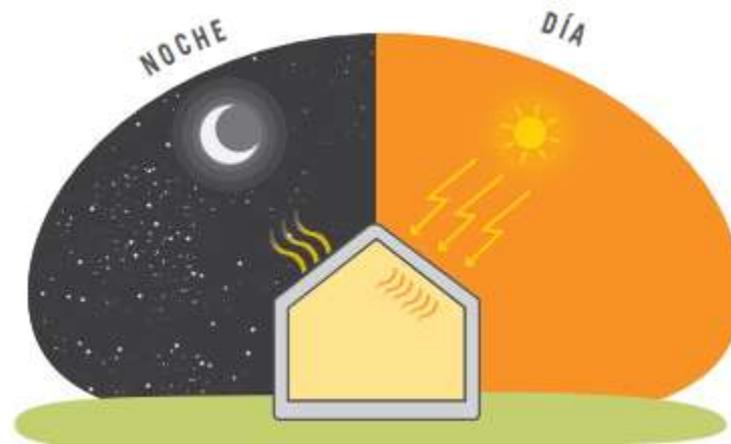
Exigencia según ECSV: se debe cumplir con **al menos 2 de las siguientes directrices:**

<p>a. Acceso de radiación directa en solsticio de invierno</p> <p>En solsticio de invierno, mín. 90% de los recintos habitables reciben radiación directa, mín. 1 hora al día.</p>	<p>b. Porcentajes de ventanas por orientación</p> <p>La sumatoria de las superficies vidriadas oriente y poniente debe ser 50% menor que la sumatoria de las superficies vidriadas norte.</p>
<p>d. Relación con el entorno</p> <p>El edificio no debe obstruir la radiación directa en solsticio de invierno a otros edificios</p>	<p>c. Protecciones solares</p> <p>Exigencia para prevenir sobrecalentamiento según ubicación en relación al Trópico de Capricornio (al norte de Antofagasta)</p>

Requiere un «Estudio de Asoleamiento».

ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Objetivo: Altos estándares de **aislación e inercia térmica**, y control de **puentes térmicos**.



- La **aislación térmica** reduce la conducción de energía por la envolvente.
- La **inercia térmica** permite almacenar calor o frío discontinuo.
Invierno: Almacena el calor del sol / de calefactores de uso discontinuo, para la noche.
Verano: Permite enfriar la casa ventilando durante la noche.
- **Puentes térmicos** son sectores de la envolvente con una transmitancia térmica alta con respecto a las superficies adyacentes. Aumentan las pérdidas térmicas y reducen la temperatura superficial.

ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Exigencias aislación térmica según zona térmica

Una vez que los valores según tabla sean obligatorios se deberá lograr una mejora de un mínimo de 10% por sobre estos valores.

TABLA 2.8.: VALORES-DE TRANSMITANCIA TÉRMICA U [W/(M²K)] Y RESISTENCIA TÉRMICA (R100)

ZONA TÉRMICA ²	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Techos	0.84	0.47	0.47	0.38	0.33	0.28	0.25	0.25	0.25
Muros	2.10	0.80	0.80	0.80	0.60	0.45	0.40	0.35	0.35
Pisos ventilados	3.60	0.70	0.87	0.70	0.60	0.50	0.39	0.39	0.32
Pisos sobre terreno -R100 [(m ² K)/W]*100	---	45	45	45	45	91	91	91	91
Puertas	---	2,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Aislación interior del muro sólido – la forma más económica de cumplir con la RT

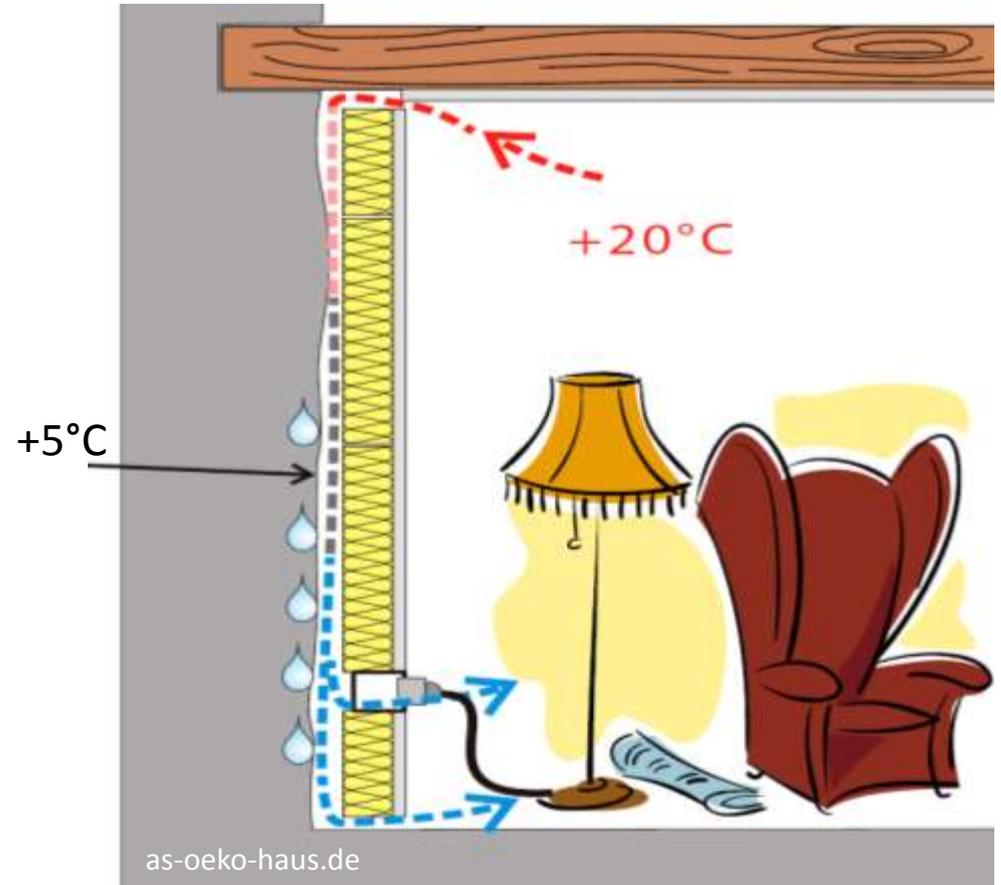


Foto: Maria Blender

ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Aislación interior del muro sólido

Problema: Aire interior húmedo y/o humedad difundida, llegan al muro sólido frío y condensan.



ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

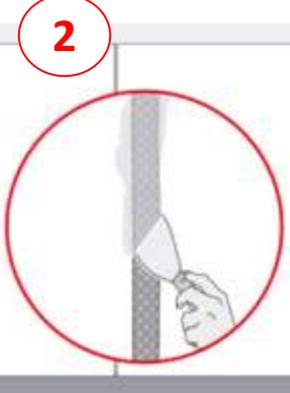
Aislación interior del muro sólido

Instalación correcta:

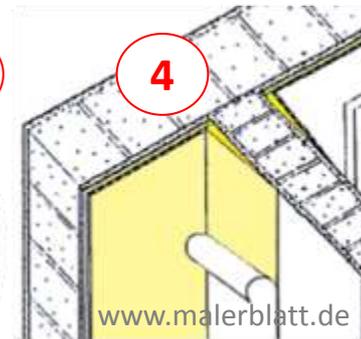
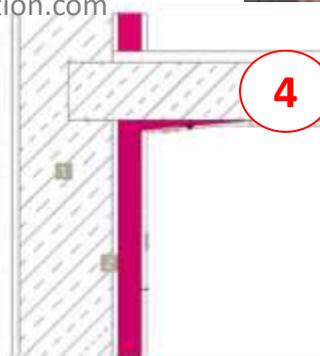
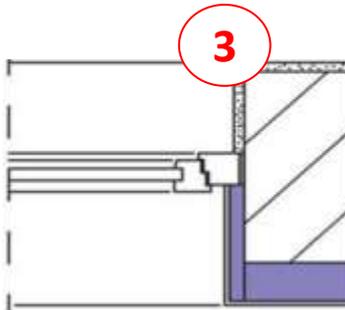
1. Adhesivo continuo por toda la orilla, mejor por toda la superficie
2. Sellar todas las uniones
3. Aislar y sellar vanos
4. Retornar la aislación por las divisiones interiores sólidas y por las losas
5. Evitar instalaciones eléctricas y de agua



www.eurobaustoff.de



www.jackon-insulation.com

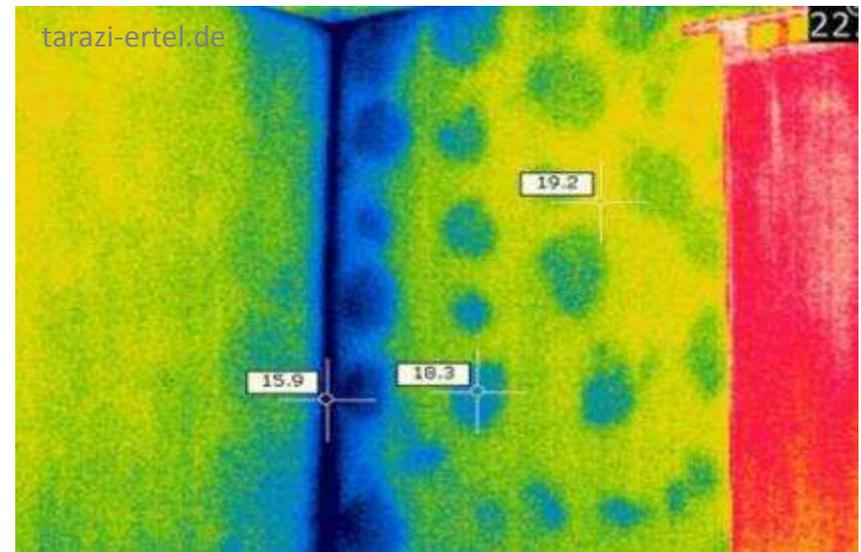
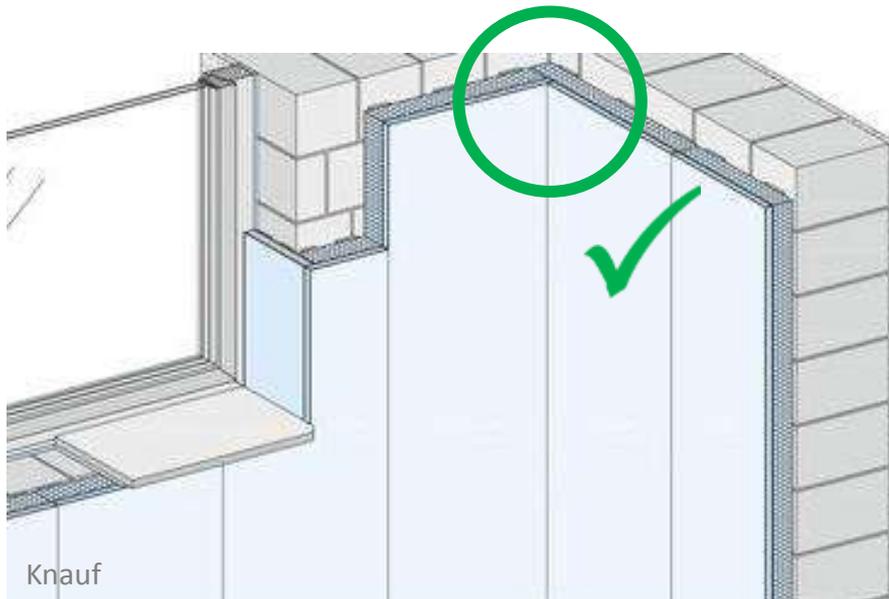
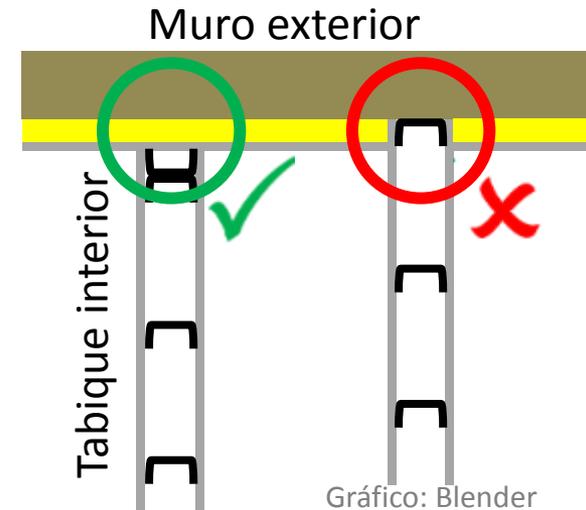


ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Aislación interior del muro sólido

Instalación correcta:

- Asegurar continuidad en esquinas y al interior de closets
- Ajustes de ancho no se deben «esconder» en la esquina
- En la construcción nueva, en tabiques, closets y shafts interiores: asegurar continuidad de la aislación térmica



ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Exigencias inercia térmica según zona térmica

TABLA 2.10.: EJEMPLOS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y SU ÍNDICE DE MASA TÉRMICA.

ÍNDICE DE MASA TÉRMICA		SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE MUROS
L	Liviano	Tabiquería en madera o perfilería metálica
M	Mediano	Albañilería de ladrillo de 140 mm de espesor
P	Pesado	Muros de hormigón armado de 200mm de espesor.

TABLA 2.11.: MASA TÉRMICA MÍNIMA NECESARIA POR ZONA TÉRMICA.

ZONA TÉRMICA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Índice mínimo de Masa térmica	L	M	L	M	L	L	L	P	L

Requiere un informe con los cálculos de Índice de Masa Térmica.

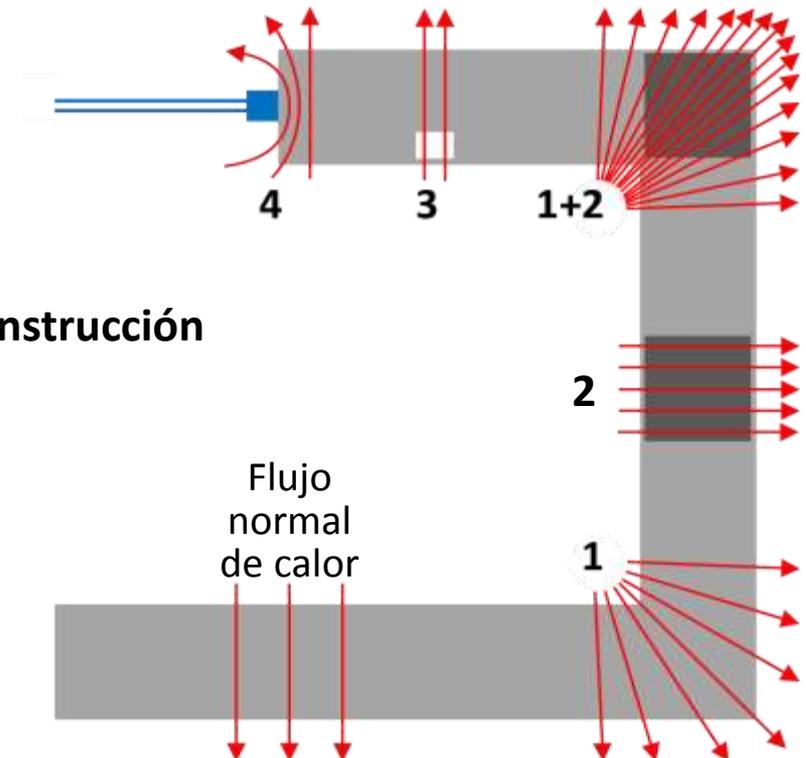
ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Exigencias respecto puentes térmicos

Opción 1: Evitar puentes térmicos.

Opción 2: En caso de existir puentes térmicos, estos no deberán tener una transmitancia térmica mayor al doble de la transmitancia del elemento al que pertenecen.

Requiere un informe de cálculo de los puentes térmicos según NCh 2136-1 y NCh 3368.



Puentes térmicos relacionados con diseño y construcción

1. Puente térmico geométrico
2. Puente térmico constructivo
3. Instalaciones y fijaciones
4. Vanos

ECSV - DISEÑO PASIVO: 2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

Exigencias respecto puentes térmicos

Tabiquería metálica: La estructura representa puentes térmicos difíciles de resolver.

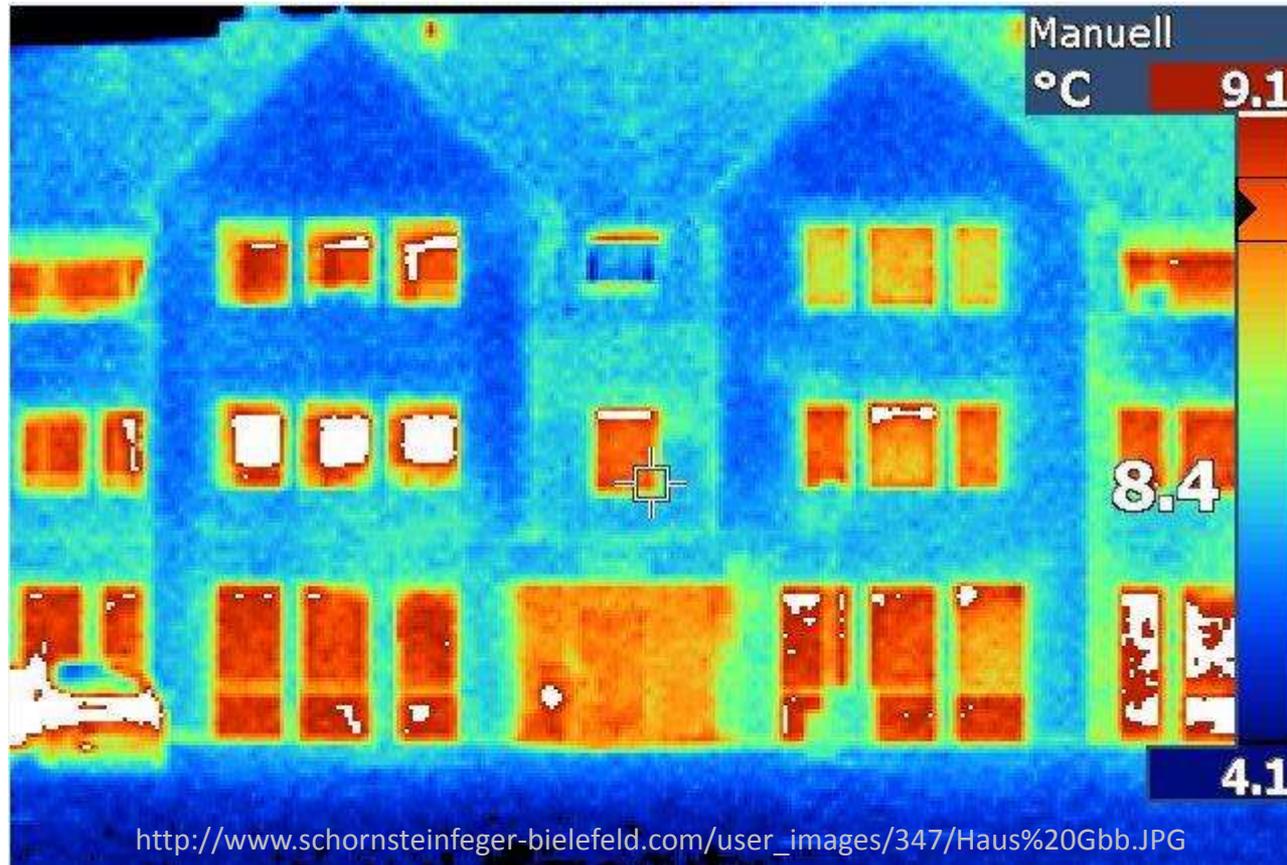
Frecuentemente se presenta moho superficial y/o intersticial.

Tabiquería metálica convencional no es apta para la construcción de eficiencia energética.



ECSV - DISEÑO PASIVO: 3. ENVOLVENTE TRANSPARENTE EFICIENTE

Objetivo: Altos estándares de **aislación, captación y protección solar.**



Las ventanas son los elementos que **generan la ganancia de energía solar.**
A la vez **pierden mucha energía** y pueden causar **sobrecalentamiento.**

ECSV - DISEÑO PASIVO: 3. ENVOLVENTE TRANSPARENTE EFICIENTE

Exigencias de transmitancia térmica

TABLA 2.12.: VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA PARA ENVOLVENTE TRANSPARENTE, SEGÚN ZONAS TÉRMICAS

ZONA TÉRMICA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2014 Valores-U [W/(m2K)]	5.8	3.6	3.6	3.6	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4



<http://www.fenster.cl/fenster-3w/images/image2941.png>

<http://digitalbros.cl/es/wp-content/uploads/2013/12/TE.jpg>

ECSV - DISEÑO PASIVO: 3. ENVOLVENTE TRANSPARENTE EFICIENTE

Exigencias de porcentaje de ventanas:

TABLA 2.13: PORCENTAJE MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA POR ORIENTACIÓN, SEGÚN TRANSMITANCIAS RECOMENDADAS POR ZONA.

ZONA TÉRMICA	N	S	E-O	TRANSMITANCIA (U W/m ² K)
A	50%	40%	30%	5,8
B	60%	60%	40%	3,6
C	50%	50%	40%	3,6
D	50%	40%	30%	3,6
E	50%	40%	30%	3,0
F	50%	35%	25%	3,0
G	40%	30%	15%	2,4
H	30%	10%	10%	2,4
I	30%	10%	10%	2,4

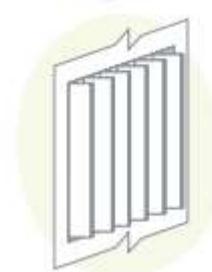
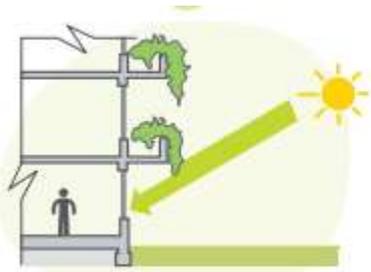
ECSV - DISEÑO PASIVO: 4. PROTECCIONES SOLARES Y TÉRMICAS

Objetivo: Elementos exteriores de protección que ayudan a reducir el consumo energético y mejorar el confort térmico.

- Protecciones del ingreso de radiación excesiva en períodos de calor
- **Protecciones de las pérdidas de calor en períodos fríos**

Exigencias de protecciones solares:

- En las fachadas oriente y poniente, desde la zona térmica A a la zona F, considerar protecciones solares exteriores móviles, fijas o vegetales
- En la fachada norte cumplir con las directrices a., b. y c. “Asoleamiento” (ver arriba).



ECSV - DISEÑO PASIVO: 4. PROTECCIONES SOLARES Y TÉRMICAS

Exigencias de protecciones térmicas:

Desde la **zona térmica D a la zona I**, considerar **protecciones exteriores térmicas** para superficies vidriadas expuestas a climas fríos y ventosos, dando prioridad a los climas.



http://img.archiexpo.it/images_ae/photo-g/79522-8158331.jpg



www.hausjournal.net/wp-content/uploads/Rolladen-Montage.jpg

Fachas ventiladas también se consideran protecciones térmicas, adecuadas para climas fríos y ventosos.

ECSV - DISEÑO PASIVO: 5. INFILTRACIONES

Objetivo: Un estándar aceptable de hermeticidad.

Las **construcciones ligeras convencionales** muestran altos grados de filtraciones de aire causando **pérdidas de energía y condensación intersticial**.

En las **construcciones sólidas**, los principales problemas de hermeticidad son la instalación de las ventanas y los techos de construcción ligera.



«**Regla del lápiz**»: La capa hermética se diseña como una línea continua. Debe estar al interior de la aislación térmica y protegida de la intervención por el usuario.

ECSV - DISEÑO PASIVO: 5. INFILTRACIONES

Exigencias de hermeticidad de la envolvente (sin puertas y ventanas):

Clase de infiltración de aire medido a 50Pa

TABLA 2.14.: CLASE DE INFILTRACIÓN AL AIRE MÁXIMA PERMITIDA PARA LA ENVOLVENTE TÉRMICA DE LAS EDIFICACIONES, EXCLUYENDO DE ESTA LOS COMPLEJOS DE PUERTA Y VENTANA.

PROVINCIA	CLASE DE INFILTRACIÓN AL AIRE
	50PA
	ACH
Arica, Iquique, Tocopilla, Chañaral, Isla de Pascua	---
Parinacota, Tamarugal, El Loa, Coihaique, Aisén, General Carrera, Capitán Prat, Última Esperanza, Magallanes, Tierra del Fuego, Antártica.	4,00
Copiapó, Los Andes, Talca, Concepción, Arauco, Cautín, Valdivia, Ranco, Osorno, Llanquihue, Palena, Chiloé.	5,00
Limarí, Valparaíso, Santiago, Cordillera, Maipo, Melipilla, Talagante, Cachapoal, Cardenal Caro, Colchagua.	5,00
Elqui, Choapa, Quillota, San Felipe de Aconcagua, San Antonio, Marga Marga, Chacabuco, Curicó, Linares, Cauquenes, Ñuble, Biobío.	8,00
Antofagasta, Huasco, Petorca.	

ECSV - DISEÑO PASIVO: 5. INFILTRACIONES

Exigencias de estanqueidad de puertas y ventanas:

Grado de estanquidad al aire medido a 100Pa

TABLA N° 2.15.: GRADO DE ESTANQUEIDAD AL AIRE MÍNIMA PARA COMPLEJOS DE PUERTA Y VENTANA.

ZONA TÉRMICA	GRADO DE ESTANQUEIDAD	
	100PA	
	M3/H M2	
A	---	
B	30	
C	30	
D	10	
E	10	
F	10	
G	7	
H	7	
I	7	

ECSV - DISEÑO PASIVO: 5. INFILTRACIONES

Exigencias de verificación de hermeticidad y estanqueidad

Verificar clase de infiltración:

- Realizar Blower door test (según NCh 3295:2013)

Grados de estanquidad, a demostrar con ensayo:

- Estanqueidad grado 30 a «normal»
- Estanqueidad grado 10 a «especial»
- Estanqueidad grado 7 a «reforzado»

(Aplicables NCh888, NCh 446, NCh 3297:2013)



ECSV - DISEÑO PASIVO: 5. INFILTRACIONES

Infiltraciones por el cielo al entretecho pueden causar graves daños a la construcción.

En el entretecho, el **aire húmedo condensa** sobre la estructura y la cubierta.
Puede causar **goteras y moho** y dañar los materiales de construcción

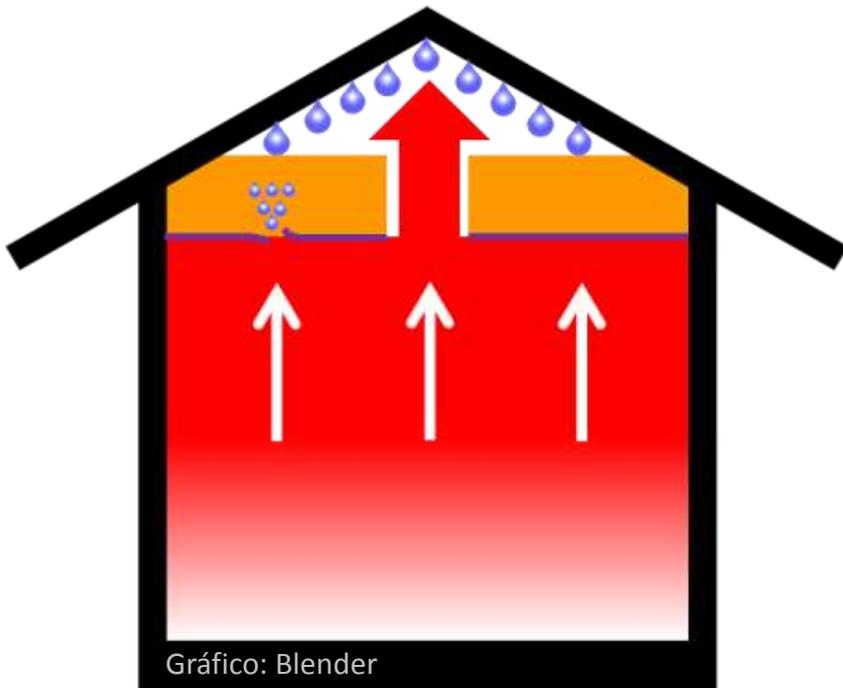


Gráfico: Blender

Barrera de vapor en cielo, con uniones selladas, sin perforaciones para cables



www.dasheimwerkerforum.de/attachments/2-jpg.3755/ 15.09.26/FEB 2015

ECSV - DISEÑO PASIVO: 5. INFILTRACIONES

Techos de construcción ligera son un foco de filtraciones de aire, además de los problemas causadas por la gatera obligatoria y las perforaciones para las instalaciones eléctricas.

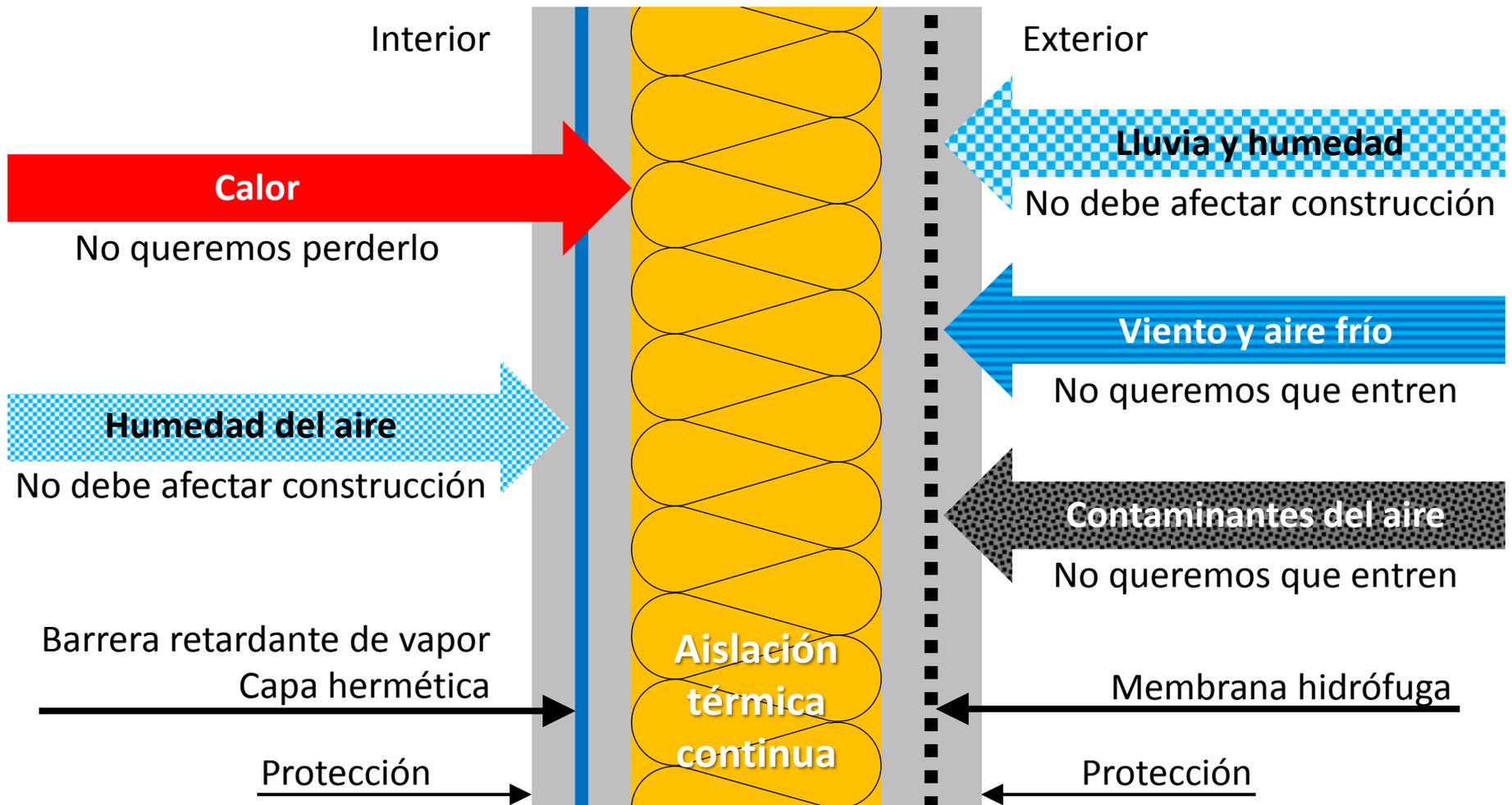
Se recomienda, en bloques de viviendas de hormigón, construir el cielo del último piso de hormigón.



Foto: Maria Blender

ECSV - DISEÑO PASIVO: ENVOLVENTE EFICIENTE Y HERMÉTICA

Composición típica de una envolvente energéticamente eficiente



ECSV - DISEÑO PASIVO: ENVOLVENTE EFICIENTE Y HERMÉTICA

La membrana hidrófuga protege contra infiltraciones de aire exterior y de humedad ambiental. No representa la capa de hermeticidad.



CRITERIO ADICIONAL: FORMAS COMPACTAS Y SENCILLAS

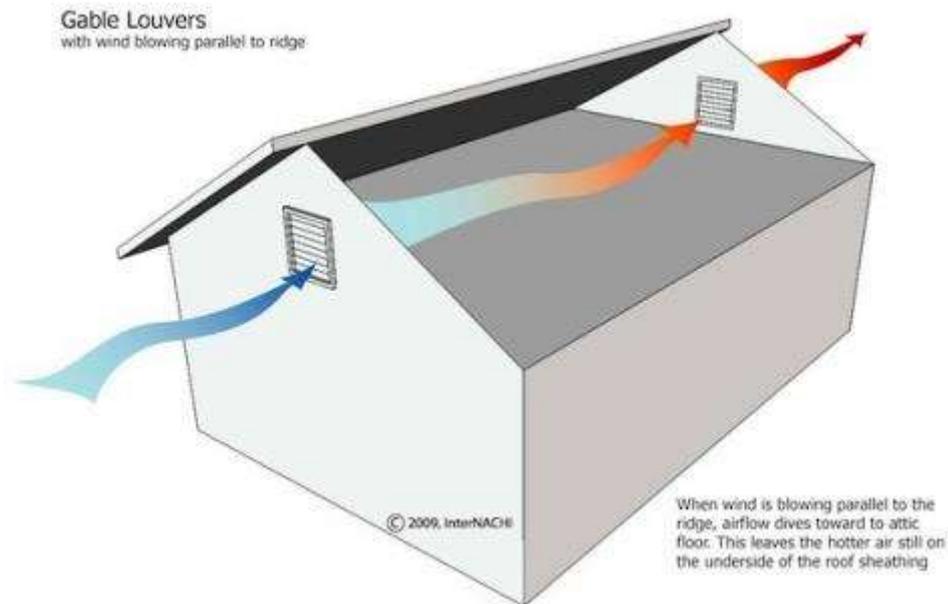
- Presentan menos puentes térmicos geométricos
- Presentan menos potencial de errores de diseño y de construcción en los encuentros de los elementos constructivos
- Tienen menos superficie exterior y por lo tanto pierden menos energía
- Casas en fila son más eficientes que casas pareadas o casas aisladas.



OTROS PROBLEMAS FRECUENTES DE CONSTRUCCIÓN

Entretecho con ventilación deficiente no cumple completamente con sus funciones:

- Evacuar pequeñas cantidades de humedad de obra
- Evacuar pequeñas cantidades de agua infiltrada (goteras)
- Evacuar vapor difundido desde el interior de la casa
- Reducir el sobrecalentamiento



OTROS PROBLEMAS FRECUENTES DE CONSTRUCCIÓN

Humedad del suelo, también puede causar moho

Mala práctica: Envolver cimientos con lámina PE

Buena práctica: Impermeabilizar sobrecimientos (incorporar hidrófugo), además proteger cimientos y sobrecimientos con pintura impermeabilizante



Imagen: Serviu Valparaíso



Foto: Maria Blender

PROBLEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA VIVIENDA

- Mientras se utiliza **cocina a gas**, el recinto cocina no es hermético, debido a las ventilaciones obligatorias.

En la vivienda social, esto se extiende al ambiente cocina-comedor-living, con una relativa hermeticidad solo en los dormitorios.

Solución: Cocinas eléctricas eficientes (cocina de vitrocerámica, de inducción).

- Mientras se **calefacciona con llama abierta** al interior de los recintos (gas licuado, kerosene), una mayor hermeticidad del recinto puede causar gran peligro.

Solución: Calefactores de «cámara estanca», calefacción central, calefacción eléctrica.



POR SU PROTECCION NO TAPAR ESTA
VENTILACION

EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA
DISPOSICIÓN COMPROMETE LA SALUD Y
SEGURIDAD DE LOS CONSUMIDORES



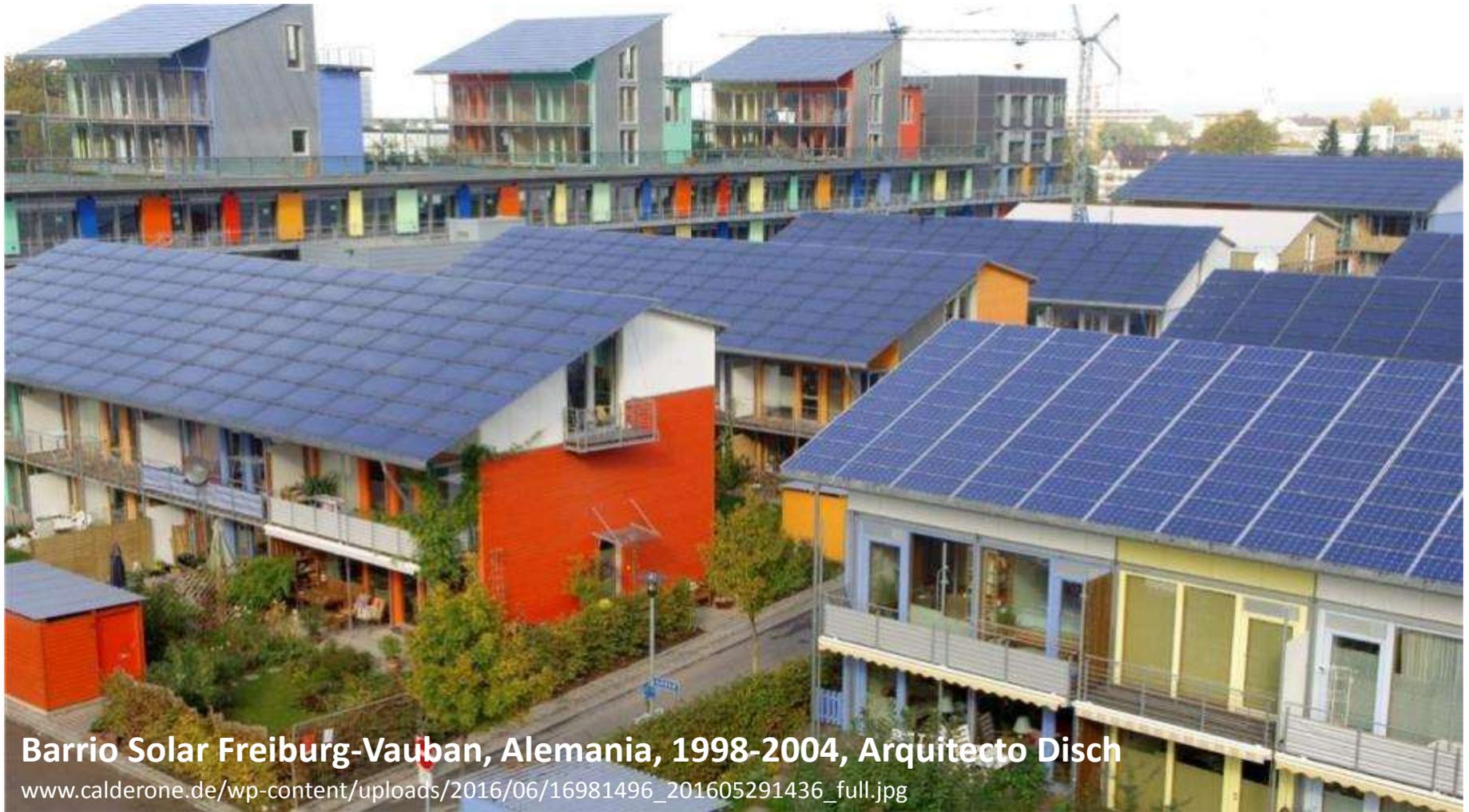
CONSTRUCCIÓN DE CALIDAD

- Ni la aplicación de la Reglamentación Térmica ni de los «Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas» **garantizan una construcción de calidad o de eficiencia energética.**
- Para un resultado de calidad, se requiere **profesionalismo y compromiso** en todas las etapas del proyecto.
- Mayor sustentabilidad y eficiencia energética **requiere más inversión en planificación:**
 - En las primeras fases del proyecto, se definen los objetivos y prioridades.
 - En la última fase de la planificación, se desarrolla los detalles de los elementos constructivos y todos sus encuentros.
 - En obra se verifica el cumplimiento con lo planificado.



MUCHAS GRACIAS

¿PREGUNTAS?



Barrio Solar Freiburg-Vauban, Alemania, 1998-2004, Arquitecto Disch

www.calderone.de/wp-content/uploads/2016/06/16981496_201605291436_full.jpg

