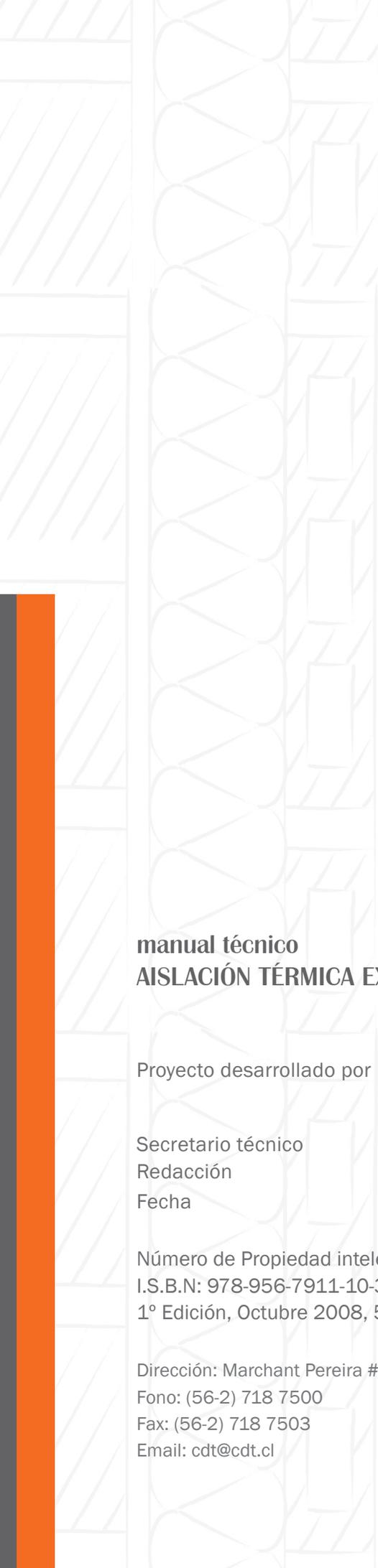


AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

manual de diseño para
soluciones en edificaciones



CORPORACION DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION



manual técnico
AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

Proyecto desarrollado por : CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO de la
CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN.
Secretario técnico : Profesor Universidad de Chile Ing. Gabriel Rodríguez J.
Redacción : Candidata a ingeniero Daniela Burgos M.
Fecha : Santiago de Chile, Septiembre 2008

Número de Propiedad intelectual: 174475
I.S.B.N: 978-956-7911-10-3
1° Edición, Octubre 2008, 500 ejemplares.

Dirección: Marchant Pereira #221, Of.11 - Providencia - Santiago de Chile
Fono: (56-2) 718 7500
Fax: (56-2) 718 7503
Email: cdt@cdt.cl

COMITÉ DE REDACCIÓN

Gabriel Rodríguez J.

Profesor de Ingeniería Civil de Universidad de Chile

Daniela Burgos M.

Licenciada en Ingeniería Universidad de Chile

Rolf Sielfeld C. y Cristián Yáñez O.

Ingeniero Jefe Área Construcción Sustentable

Muriel Hernández O.

Ingeniero Proyectos Construcción Sustentable

COMITÉ EDITORIAL

Achipex AG

Alberto Dunker

Cintac S.A.I.C.

Marlena Murillo

Aislaforte

Claudia Silva y Pablo Ratto

Knauf de Chile Ltda.

Alejandra Tapia

Veka Chile S.A

Constanza Piwonka

Masisa Chile

Akira Bornand y Paola Paganini

Andes Construction Chile S.A.

Francisco Martínez

Sociedad Industrial Romeral S.A.

Gonzalo Cuello

Sociedad Industrial Pizarreño

Cecilia Larraín

Prosol System

Rafael De Carolis y Álvaro De Carolis

Aislantes Nacionales

Mario Corrales

Instapanel

Mauricio Teneo

Transaco

Patricio González

Eurotec

Daniel Lindlay

Basf Construction Chemicals Ltda.

Roberto Díaz

Exacta

Alejandro López

Xella

Ana Valdebenito

Nova Chemicals

Juan Pablo Donoso

Volcán

Lorena Rubio y Ricardo Fernández

DISEÑO

Paola Femenías R.

Publicista



La construcción ante los desafíos en aislación térmica

En los últimos años se observa un creciente interés en la industria de la construcción por la aislación térmica exterior en edificación y vivienda. No se trata sólo de las mayores exigencias impulsadas por las recientes normativas, es el propio consumidor quien, ante las múltiples ofertas del mercado inmobiliario, prefiere las viviendas que incluyan el concepto de confort térmico, traducido en mejor calidad de vida y ahorro energético.

Aunando esfuerzos e inquietudes, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) asume su papel de "Referente Tecnológico en la Construcción" y se ubica a la vanguardia del sector al liderar la publicación "Aislación Térmica Exterior: Manual de diseño para soluciones en edificaciones". Un documento técnico imprescindible para profesionales encargados de las especificaciones técnicas en edificaciones, porque se trata de una herramienta que entrega claras luces sobre cómo diseñar soluciones de aislación térmica exterior. Además, el Manual cuenta con información técnica relevante sobre los productos y sistemas constructivos disponibles en el mercado local.

Esta nueva iniciativa de la Corporación apunta principalmente a fortalecer las buenas prácticas en proyectos inmobiliarios y en edificios, en términos de mejorar su eficiencia energética y habitabilidad. En relación a los proveedores, se busca abrir nuevas oportunidades de negocio para los industriales porque el Manual representa una plataforma técnica de promoción de especificación de soluciones de aislación exterior, fortaleciendo la competitividad del sector.

Por otra parte, la publicación otorga conocimientos y guías para mejorar el comportamiento térmico de las edificaciones que se construyeron antes de entrar en vigencia la nueva reglamentación térmica, y que por lo tanto actualmente presentarían un desempeño energético menor.

Antes de la despedida, deseo destacar que este documento fue elaborado por el Grupo Técnico de Aislación Térmica Exterior, encabezado por el área de Construcción Sustentable de la Corporación. Este Grupo Técnico respalda el rigor del contenido técnico de la publicación, ya que está compuesto por destacados especialistas que representan a las principales empresas de esta especialidad como Achipex, Cintac, Aislaforte, Knauf, Veka, Masisa, Andes Construction, Romeral, Pizarreño, Prosol System, Aislantes Nacionales, Instapanel, Transaco, Eurotec, Basf, Exacta, Xella, Nova Chemicals y Volcán. Además, agradezco al prestigioso profesional Gabriel Rodríguez, Académico de la Universidad de Chile, quien fue responsable de la Secretaría Técnica y al apoyo brindado por Daniela Burgos, Licenciada de Ingeniería de la Universidad de Chile.

La Corporación de Desarrollo Tecnológico presenta con orgullo este documento técnico, que seguramente se convertirá en material de consulta ineludible para el diseño de futuros proyectos y para la reformulación de las antiguas edificaciones. En resumen, con esta iniciativa aspiramos a más y mejor confort térmico para las viviendas del país.

*Juan Carlos León F.
Gerente General
Corporación de Desarrollo Tecnológico*

ÍNDICE	06
ÍNDICE DE FIGURAS	09
ÍNDICE DE TABLAS	11
TÉRMINOS Y ABREVIATURAS	12
SIMBOLOGÍA	13
SUBÍNDICES	15
1 INTRODUCCIÓN	17
1.1 Antecedentes	17
1.2 Alcances	17
1.3 Conceptos térmicos	18
1.3.1 Confort térmico	18
1.3.2 Conductividad térmica de los materiales	18
1.3.3 Materiales aislantes	20
1.3.4 Ventajas del ahorro energético	22
1.4 Humedad Ambiental	22
1.4.1 Permeabilidad de los materiales	23
1.4.2 Condensación superficial	24
1.4.3 Condensación en elementos de la envolvente	26
2 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	29
2.1 Consideraciones sobre edificios energéticamente eficientes	29
2.1.1 Inercia térmica	29
2.1.2 Ventanas y otras superficies vidriadas	30
2.1.3 Aislamiento térmico	33
2.1.3.1 Resistencia v/s viento	33
2.1.4 Ventilación	34
2.1.4.1 Sistemas de ventilación	34
2.1.4.2 Renovaciones de aire	34
2.1.4.3 Pérdidas de calor por ventilación	35
2.2 Soluciones de aislación por el exterior del cerramiento	35
2.2.1 El aislamiento por el exterior del cerramiento	35
2.2.2 Ventajas de la aislación exterior	35
2.2.3 Sistema de Aislación Térmica Exterior y Acabado	36
2.2.3.1 EIFS de barrera	36
2.2.3.2 EIFS con drenaje	36
2.2.4 Sistema de Fachadas Ventiladas	37
2.2.5 Otros sistemas de aislación térmica exterior	41
2.2.5.1 FNV con estructura soportante y placa de revestimiento (FNV-EP)	41
2.2.5.2 FNV con estructura soportante y revestimiento húmedo (FNV-ER)	42
2.2.5.3 FNV de panel compuesto aislante autosoportante (FNV-PC)	42
3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS	45
3.1 consideraciones acerca del sistema EIFS	45
3.1.1 Sistemas de fijación e instalación de las placas aislantes	45
3.1.1.1 Sistemas de fijación	45
3.1.1.2 Instalación de placas aislantes	46
3.1.2 Techos y pendientes	46
3.1.4 Subterráneos	46
3.1.5 Juntas	47
3.1.6 Guarniciones y cubrejuntas	49
3.1.7 Cabeceros, peanas y botaguas	49
3.1.7.1 Cabeceros	49
3.1.7.2 Peanas	49
3.1.7.3 Aberturas en general	49
3.1.7.4 Refuerzos de esquinas	50
3.1.8 Formas y espesores	51
3.1.8.1 Espesor del aislamiento	51
3.1.8.2 Perfiles de espuma preformada	51
3.1.8.3 Muros curvos	51
3.1.9 Penetraciones	52

	3.1.10	Objetos sobrepuestos en el muro	52
	3.1.11	Barreras contra el fuego	53
	3.1.12	Barreras de vapor	53
	3.1.13	Reacondicionamiento de edificios	53
	3.1.13.1	Sustratos	53
	3.1.13.2	Integridad estructural	54
	3.1.13.3	Elementos proyectados	54
	3.1.13.4	Transición muro-techo	54
	3.1.13.5	Juntas existentes	54
	3.1.13.6	Protecciones adicionales	54
3.2		Consideraciones en FV	54
	3.2.1	Características de la capa interior del cerramiento	54
	3.2.1.1	Planeidad exterior; estanqueidad y estabilidad de la capa inserta	55
	3.2.1.2	Estabilidad y planeidad externas; estanqueidad en la capa inserta	55
	3.2.1.3	Estanqueidad, resistencia y planeidad exteriores: Capa intermedia	55
	3.2.2	Sistema soportante y fijaciones estructurales	56
	3.2.3	Juntas	57
	3.2.4	Paramento o revestimiento exterior	57
	3.2.5	Accesorios	57
3.3		Consideraciones en FNV	58
	3.3.1	Tipos de revestimientos para FNV	58
	3.3.1.1	Estucos de mortero de cemento	59
	3.3.1.2	Estucos no cementicios	59
	3.3.1.3	Madera	59
	3.3.1.4	Planchas lisas	60
	3.3.1.5	Revestimientos metálicos	61
	3.3.1.6	PVC	61
	3.3.1.7	Cerámicos	61
	3.3.1.8	Enchapes	62
	3.3.2	Sistemas de fijación	62
4		CONSIDERACIONES DE DISEÑO	64
	4.1	Factores climáticos	64
	4.1.1	Humedad	64
	4.1.1.1	Barrera de vapor (agua vapor)	65
	4.1.1.2	Barrera de humedad (agua líquida)	65
	4.1.2	Lluvia	65
	4.1.3	Soleamiento	66
	4.2	Durabilidad	67
	4.2.1	Mantenimiento del EIFS	67
	4.2.2	Mantenimiento de FV	67
	4.3	Protección contra el fuego	67
	4.4	Impacto ambiental	68
	4.5	Diseño arquitectónico	69
	4.5.1	Arquitectura en EIFS	70
	4.5.2	Arquitectura en FV	70
	4.5.3	Arquitectura en FNV	71
5		APLICABILIDAD	73
	5.1	Factores de interés	73
	5.1.1	Ubicación geográfica	73
	5.1.2	Entorno físico	73
	5.1.3	Uso del edificio	73
	5.1.4	Condiciones climáticas	73
	5.1.5	Materiales constructivos	73
	5.1.6	Características arquitectónicas	74
	5.2	Ubicación del sistema de aislación en la envolvente	74
	5.2.1	Tipos de aislaciones	74
	5.2.2	Variables	74
	5.2.2.1	Zonas climáticas	74
	5.2.2.2	Variables de uso	74
	5.2.3	Guía para la ubicación del aislante en la envolvente	76

5.3	Recomendaciones de uso según los materiales estructurales de la envolvente	76
6	APLICACIONES PRÁCTICAS	79
6.1	Gasto Energético	79
6.2	Cálculo de la aislación necesaria	82
6.3	Cálculo de resistencias en caso de muro húmedo	83
6.4	Relación entre resistencia y flujo de calor	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	GLOSARIO	87
	ANEXOS	90
	A. NORMATIVA TÉRMICA	90
	B. NORMATIVA CONTRA INCENDIOS	92
	C. CÁLCULO DE GASTOS ENERGÉTICOS	95
	FICHAS TÉCNICAS	97

Fig. 1-a.	Aislación en envolventes, (vista en corte).	17
Fig. 1-b.	Flujo de calor en un elemento complejo formado por capas. (vista en corte).	19
Fig. 1-c.	Diagramas de conductividad en materiales de diferentes características.	22
Fig. 1-d.	Temperaturas en un cerramiento envolvente exterior, (vista en corte).	26
Fig. 1-e.	Gráficos de temperaturas en elementos de baja y alta resistencia térmica.	26
Fig. 2-a.	Termogramas tomados en el exterior y en el interior de un edificio, para un retardo ideal y un amortiguamiento severo de la onda, debido a la inercia térmica.	30
Fig. 2-b.	Efecto de la inercia térmica en el tiempo.	30
Fig. 2-c.	Radiación solar y el efecto de almacenamiento producto de la inercia térmica.	30
Fig. 2-d.	Dimensiones de ventana utilizada como ejemplo.	32
Fig. 2-e.	Esquemas de perfiles utilizados en los cálculos	32
Fig. 2-f.	Transmitancia en vidrio monolítico, en DVH y en sistema de doble ventana, (vista corte vertical).	32
Fig. 2-g.	La resistencia total no depende de la posición del material aislante, (vista en corte).	33
Fig. 2-h.	Combinaciones en la posición de la aislación, (vista en corte).	34
Fig. 2-i.	Componentes del sistema de barrera, en estructura pesada (albañilería u hormigón), vista isométrica.	36
Fig. 2-j.	Componentes del sistema de barrera, en estructura liviana (perfiles metálicos o de madera), vista isométrica.	36
Fig. 2-k.	Componentes del sistema con drenaje, vista isométrica.	36
Fig. 2-l.	Ejemplo de Instalación de FV.	37
Fig. 2-m.	Ventilación de FV.	37
Fig. 2-n.	Componentes de una FV, (vista isométrica).	38
Fig. 2-ñ.	Eliminación de puentes térmicos.	38
Fig. 2-o.	Disipación de calor.	38
Fig. 2-p.	Cortina – corta lluvia.	39
Fig. 2-q.	Protección ante cambios de temperatura.	39
Fig. 2-r.	Eliminación de condensación interna.	39
Fig. 2-s.	Ejemplo de los componentes de un F V (vistas en cortes vertical y horizontal).	40 - 41
Fig. 2-t.	Esquema FNV-EP con montantes de acero, (vista isométrica).	41
Fig. 2-u.	Esquema FNV-EP con montantes de acero, (vista isométrica).	42
Fig. 2-v.	Esquema de solución FNV-P C con estructura metálica y plancha de EPS (vistas corte horizontal).	42
Fig. 2-w.	Esquema de solución FNV-P C con plancha de EPS y placa de fibrocemento (vista corte horizontal).	42
Fig. 2-x.	Esquema de solución FNV-P C con plancha de EPS y placa de fibrocemento (vista isométrica).	43
Fig. 3-a.	Ubicación de las placas aislantes en EIFS de barrera (fijación por medio de adhesivo), vista isométrica.	45
Fig. 3-b.	Ubicación de las placas aislantes en EIFS con renaje (fijación mecánica), vista isométrica.	45
Fig. 3-c.	Esquema de “sofrito”.	46

Fig. 3-d.	Solución “a”, encapsulamiento de la placa aislante, vista isométrica.	47
Fig. 3-e.	Solución “b”, traslape de la lámina de EIFS en la fundación, vista isométrica.	47
Fig. 3-f.	Tratamientos de juntas estéticas enEIFS (vista corte vertical).	48
Fig. 3-g.	Diseños alternativos de canterías o juntas estéticas (vista corte vertical).	48
Fig. 3-h.	Temperaturas en un muro aislado exteriormente (vista corte vertical)	48
Fig. 3-i.	Detalle constructivo de encuentro con vanos, sistema EIFS de barrera, (vista corte vertical).	50
Fig. 3-j.	Detalle constructivo de encuentro con anos, sistema EIFS con drenaje, (vista corte vertical).	50
Fig. 3-k.	Detalle constructivo de refuerzo de esquina en EIFS, (vista corte horizontal).	50
Fig. 3-l.	Disposición de refuerzos en esquinas en istema EIFS de barrera, (elevación).	51
Fig. 3-m.	Disposición de refuerzos en esquinas en istema EIFS con drenaje, (elevación).	51
Fig. 3-n.	Ejemplo de penetración y tratamiento.	52
Fig. 3-ñ.	Ejemplo de objeto sobrepuesto en EIFS, (vista isométrica).	53
Fig. 3-o.	FV en instalación.	56
Fig. 3-p.	Ejemplos de estructuras metálicas utilizadas en FV, (vistas isométricas y cortes).	56
Fig. 3-q.	Esquema de FV con sistema soportante en base a perfiles metálicos y en madera, (vistas isométricas).	57
Fig. 3-r.	Detalle constructivo de esquina en F V vistas isométricas y corte horizontal).	57
Fig. 3-s.	Pasos para la ejecución de una FV.	58
Fig. 3-t.	Componentes básicos de siding de P VC.	61
Fig. 5-a.	Configuraciones en la ubicación de la aislación en la envolvente.	76
Fig. 6-a.	Planta de la vivienda tomada como ejemplo, casa básica de un piso.	81
Fig. 6-b.	Pérdidas por envolvente.	81
Fig. 6-c.	Gráfico de resistencia térmica en función del espesor del cerramiento, sin aislación adicional.	83
Fig. 6-d.	Gráfico de comportamiento del flujo térmico en relación a la resistencia total y al espesor el aislante.	86

Tabla 1-a.	Materiales aislantes, densidad aparente y conductividad térmica*, según NCh853.	21
Tabla 1-b.	Materiales aislantes, densidad aparente y conductividad térmica, no contemplados en la NCh853.	21
Tabla 1-c.	Humedad del aire. Temperatura de rocío.	23
Tabla 1-d.	Resistividad al vapor (rV) de diversos materiales de construcción.	25
Tabla 2-a.	Calor específico de algunos materiales de construcción.	29
Tabla 2-b.	Conductividad térmica de materiales de perfilería de ventanas.	31
Tabla 2-c.	Transmitancia térmica calculada de ventanas.	32
Tabla 2-d.	Renovaciones de aire por hora para diferentes lugares.	35
Tabla 4-a.	Resistencia al fuego requerida para elementos verticales perimetrales de construcción.	69
Tabla 5-a.	Localización y descripción del clima por zonas.	77
Tabla 5-b.	Ubicaciones recomendables de la aislación según el uso del edificio y la zona climática.	79
Tabla 6-a.	Materiales constructivos.	82
Tabla 6-b.	Cálculo de resistencias y transmitancias de estructuras livianas.	82
Tabla 6-c.	Transmitancias térmicas.	82
Tabla 6-d.	Pérdidas térmicas y gastos energéticos.	83
Tabla 6-e.	Grados días utilizados para cada zona térmica.	84
Tabla 6-f.	Gasto energético por unidad de superficie, según zona térmica.	84
Tabla 6-g.	Características de las envolventes estudiadas.	84
Tabla 6-h.	Cumplimiento de la resistencia mínima establecida en la OGUC para cada zona térmica.	85
Tabla 6-i.	Resistencia adicional necesaria para cumplir con la OGUC, según zona térmica, en $m^2 \cdot K/W$.	85
Tabla 6-j.	Características de la envolvente.	85
Tabla 6-k.	Espesor aislante, resistencia térmica total, flujo de calor y ahorro energético.	87

MORTERO MODIFICADO	Material inicial en estado húmedo del EIFS, también conocido como “mezcla base”, mezclado de fábrica o en el lugar de construcción, que es utilizado para encapsular e incrustar la malla de refuerzo. Algunas mezclas base pueden ser usadas como adhesivos para pegar el panel aislante al sustrato.
CDT	Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción
EIFS	Sigla en inglés con que se denomina al “Sistema de aislación térmica exterior” (“Exterior Insulation Finish System”). Este sistema también es conocido como SATE (abreviación del nombre del sistema en español)
EPS	Panel aislante de poliestireno expandido. La abreviatura EPS deriva del inglés Expanded PolyStyrene.
INN	Instituto Nacional de Normalización.
FNV	Abreviatura que designa el conjunto de soluciones de aislación térmica exterior denominadas Fachadas No Ventiladas. Las FNV corresponden a aquellas soluciones de aislación térmica exterior que no se pueden clasificar ni como EIFS ni como FV.
FNV-EP	Abreviatura utilizada para designar el tipo de sistema de aislación térmica exterior de fachada no ventilada con estructura soportante y placa de revestimiento.
FNV-ER	Sistema de aislación térmica exterior del tipo de fachada no ventilada compuesto por una estructura soportante y revestido por una capa de aplicación húmeda.
FNV-PC	Sistema de aislación térmica exterior del tipo de fachada no ventilada. Consiste principalmente en paneles compuestos aislantes autosoportantes.
FV	Abreviatura utilizada para denominar el sistema de Fachada Ventilada, sistema de aislación térmica exterior.
CAPA DE TERMINACIÓN	Capa final o de acabado del sistema de aislación térmica exterior, EIFS, la cual aporta color y textura a la superficie exterior.
LÁMINA	Combinación de mezcla base (base coat), malla de refuerzo y una mano de acabado (finish coat) del EIFS.
OGUC	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
PUR	Sigla con que se denomina la espuma rígida de poliuretano expandido.

δ	Permeabilidad o difusividad al vapor de agua	$\left[\frac{g \cdot m}{MN \cdot s} \right]$		
Φ	Energía	[J]		
ϕ	Flujo térmico	[W]		
λ	Conductividad térmica	[W/(m·K)]		
n	Factor de resistencia a la difusión de vapor (adimensional)			
ϑ	Temperatura absoluta	[K]		
Δ	Permeanza	$\left[\frac{g}{MN \cdot s} \right]$		
(ΔP)	Diferencia de presión entre las caras de un material	[MPa]		
(ΔT)	Diferencia de temperatura • Oscilación diurna. • Diferencia de temperatura entre ambiente interior y exterior. • Diferencia de temperatura entre dos superficies.	[K]; [°C]		
e	Espesor	[m]		
h	Coefficiente superficial de transferencia térmica	$\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$		
i	Flujo de vapor	$\left[\frac{g \cdot s}{m^2} \right]$		
n	Número de renovaciones de aire por hora de un local (adimensional)			
ρ_e	Peso específico del aire a la temperatura T_e	$\left[\frac{kg}{m^3} \right]$		
q	Densidad de flujo térmico	$\left[\frac{W}{m^2} \right]$		
r_v	Resistividad al vapor	$\left[\frac{MN \cdot s}{g \cdot m} \right]$		
t	Tiempo	[K]		
t_R	Temperatura de punto de rocío	[°C]		
C_e	Calor específico	$\left[\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \right]$	$\left[\frac{J}{g \cdot K} \right]$	$\left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$

GD	Grados días	$[^{\circ}C] \text{ o } [K]$
$G_{\text{energético}}$	Gasto energético por metro cuadrado de superficie	$\left[\frac{\text{kWh} \cdot \text{año}}{\text{m}^2} \right]$
G_{V1}	Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas por transmisión de la envolvente	$\left[\frac{W}{\text{m}^3 \cdot K} \right]$
G_{V2}	Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas totales	$\left[\frac{W}{\text{m}^3 \cdot K} \right]$
H	Altura de piso a cielo	$[m]$
HA	Humedad absoluta	$\left[\frac{\text{g}(\text{H}_2\text{O})}{\text{m}^3} \right]$
HA_{sat}	Humedad absoluta de saturación	$\left[\frac{\text{g}(\text{H}_2\text{O})}{\text{m}^3} \right]$
$\%HR$	Humedad relativa	$[\%]$
M	Masa	$[kg]$
Q	Cantidad de calor o energía	$[kcal] \text{ o } [J]$
Q_{inf}	Pérdida de calor por infiltración	$[W]$
R	Resistencia térmica	$\left[\frac{\text{m}^2 \cdot K}{W} \right]$
R_s	Resistencia térmica de la capa de aire superficial	$\left[\frac{\text{m}^2 \cdot K}{W} \right]$
R_v	Resistencia a la difusión de vapor de agua	$\left[\frac{\text{MN} \cdot \text{s}}{\text{g}} \right]$
S	Superficie	$[m^2]$
T	Temperatura del aire	$[^{\circ}C] \text{ o } [K]$
T_s	Temperatura de la superficie de la envolvente	$[K], [^{\circ}C]$
U	Transmitancia térmica	$\left[\frac{W}{\text{m}^2 \cdot K} \right]$
U_i	Transmitancia térmica lineal	$\left[\frac{W}{\text{m}^2 \cdot K} \right]$

V	Volumen del recinto cerrado por la envolvente considerada	$[m^3]$
V_{inf}	Volumen del aire que ingresa al local por infiltración	$[\frac{m^3}{s}]$

a	Aire, aislación.
$c.a$	Con aislación
e	Exterior
fl	Fluido
i	Interior, material i
j	Capa j
$s.a$	Sin aislación
t	Total
w	Muro

INTRODUCCIÓN



1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Hoy más que nunca el mundo toma conciencia de la importancia del ahorro de energía, dada la creciente escasez de combustibles.

Dentro del ámbito de la construcción, este fenómeno tiene mucha importancia dado el gran consumo de energía que se genera en la construcción de un edificio así como a lo largo de su vida útil. Por ello hoy se estudian diversos métodos que ayuden a ahorrar energía en las distintas etapas de la vida de un edificio. En Chile, en el año 1996, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) estableció un Programa de Reglamentación sobre Acondicionamiento Térmico de Viviendas que contempló tres etapas:

- 1ª Etapa: aislación de techos.
- 2ª Etapa: aislación de muros, ventanas y pisos.
- 3ª Etapa: certificación térmica.

En el año 2000 entró en vigencia la primera etapa y en enero del año 2007 comenzó a regir la segunda, ambas a través de modificaciones a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). La nueva reglamentación térmica contenida en el artículo 4.1.10 de la OGUC¹ estipula que todas las viviendas deberán cumplir con ciertas exigencias de acondicionamiento térmico consistentes principalmente en aislar la envolvente de las viviendas según la zona en que se construya. Para este efecto el país se divide en siete zonas térmicas.

El aislamiento térmico de edificios tiene por finalidad principal ahorrar energía de calefacción o de refrigeración para conseguir niveles adecuados de confort térmico, a la vez que evita el deterioro de materiales al disminuir, por ejemplo, las condensaciones. Además, el aislamiento térmico permite mejorar la calidad de vida de las personas ya que disminuye la proliferación de microorganismos, tales como hongos, causantes de mal olor y de diversas enfermedades.

Existen diferentes soluciones para aislar la envolvente de un edificio, entre las cuales destacan:

- Aislamiento por la cara interior de la envolvente.
- Aislamiento al interior de la envolvente (entre las capas del muro o cerramiento), tal como muros compuestos (ver apartado 6. Aplicaciones prácticas).
- Aislamiento por la cara exterior de la envolvente.

¹Ver Anexos, Normativa Térmica.

- Envolvente de material estructural de buen comportamiento térmico (no es necesario disponer de aislación adicional, dependiendo de las exigencias de aislación y espesor usado).

Cada configuración, en cuanto a la ubicación de la aislación, tiene ventajas y desventajas, las cuales variarán de acuerdo a las características propias del edificio, al uso que se le dé, a la ubicación física del edificio, al clima del lugar, etc.

1.2 Alcances

El presente estudio pretende dar a conocer los diferentes tipos de aislaciones exteriores junto con sus ventajas y desventajas, de modo de constituirse en una herramienta de consulta para arquitectos, ingenieros y constructores, con el fin de que puedan elegir, de acuerdo a criterios técnicos, qué solución ocupar según las necesidades de cada proyecto.

En el presente estudio se abordará el tema del aislamiento térmico exterior enfocándose en las características y las aplicabilidades de aquellos sistemas capaces de dar una solución eficiente en cuanto a aislamiento, tanto para construcciones nuevas como para reacondicionamiento de edificios, sean de uso privado (residenciales, oficinas, etc.) o de uso público (escuelas, hospitales, edificios gubernamentales, entre otros), contemplando edificios de baja, media y gran altura.

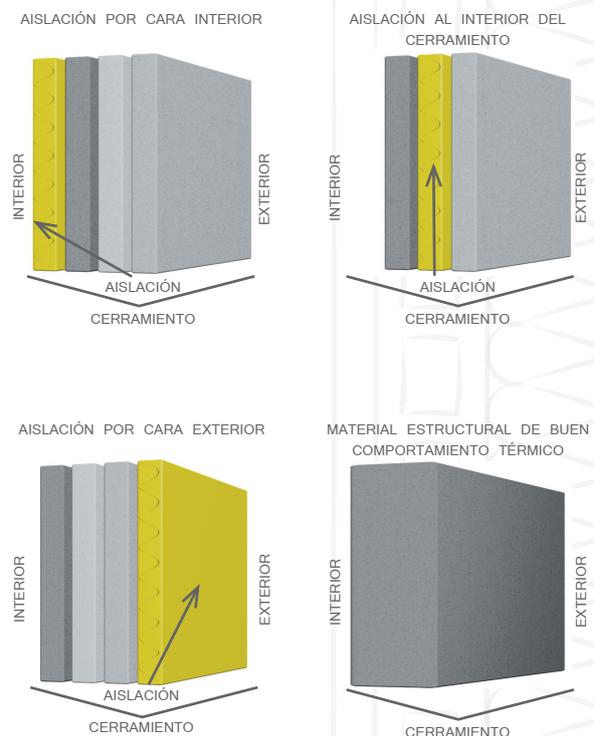


Figura 1.a: Aislación en envolventes (vistas en corte).

Al abordar el tema de la aislación se tratarán las posibilidades de utilización de la aislación exterior, la interior, la incluida al interior la envolvente y las envolventes de materiales estructurales de buen comportamiento térmico, ya que el interés fundamental al investigar este tema es dar a conocer alternativas eficientes en cuanto a aislación térmica de edificios, dejando en claro dónde y cuándo se pueden utilizar y cuándo no son recomendables. De esta manera, al final de este trabajo se incluye un capítulo denominado “Aplicabilidad” en el cual se indica qué tipo de aislación se debe utilizar dependiendo de la ubicación del edificio, del uso que se le dé y de otros factores tales como su materialidad, clima y arquitectura.

1.3 Conceptos térmicos

La aislación térmica de una vivienda influye directamente en el confort térmico de sus ocupantes, ya que protege a la vivienda de las condiciones exteriores adversas permitiendo que al interior de ésta se produzcan condiciones ambientales más agradables. Pero ¿qué es el confort térmico y de qué factores depende?

1.3.1 Confort térmico

Se entiende por confort térmico la condición en la que las personas se sienten cómodas, es decir, en equilibrio con el ambiente térmico que les rodea. Esta condición depende de la temperatura del aire, de la temperatura de los muros del recinto habitado, de la velocidad del aire y de su humedad. Asimismo influye la vestimenta, la actividad física que se desarrolle, la alimentación, la edad, y hasta factores subjetivos como el color y tipo de decoración, entre otros.

El organismo humano tiene un sistema termorregulador que mantiene su temperatura en 37 °C. Para ello su metabolismo (producto de los alimentos que se ingieren) genera energía en cantidad tal que hace frente a las pérdidas térmicas del cuerpo más la energía gastada en actividad física. Si esas pérdidas se salen de cierto rango hacen que el organismo se sienta cada vez más incómodo, tanto más cuanto más distante esté del equilibrio térmico. Si la temperatura ambiente sube demasiado (climas tropicales) el organismo transpira. La evaporación del sudor “roba calor” a la piel, equilibrando la situación. Por el contrario, si la sensación de temperatura es baja (climas fríos), el organismo tiene que gastar más energía interna. Pero este mecanismo es relativamente más lento que la transpiración y más costoso para la biología del organismo.

El calor que recibe el cuerpo desde el exterior tiene dos orígenes: temperatura del aire circundante y temperatura radiante de los muros y objetos que nos rodean. Finalmente la sensación térmica se ve afectada por la humedad del aire (mejor

dicho por su sequedad) y por el movimiento del aire alrededor del cuerpo. Este último factor es influenciado por la vestimenta que dificulta las pérdidas por convección y radiación. Por eso en verano se prefieren ropas livianas y en invierno gruesas. En resumen, la sensación térmica, llamada comúnmente temperatura de confort, depende de 4 factores bien definidos: temperatura del aire, temperatura de radiación de los elementos circundantes, humedad del aire y velocidad del mismo. De estos factores el único que no depende del aire es la temperatura de radiación. Se ha comprobado en la práctica que esta empieza a influir desfavorablemente cuando se aparta más de 3 °C, en más o en menos, de la temperatura del aire circundante. Por ejemplo, si la temperatura del aire es 20 °C, la temperatura superficial interior de los muros, cielo raso y suelo no debe ser inferior a 17 °C ni superior a 23 °C, de lo contrario se siente frío o calor, respectivamente.

Se han encontrado pequeñas diferencias en la temperatura de confort entre mujeres y hombres, entre niños y adultos, entre gente que se alimenta principalmente de carbohidratos o de proteínas, etc. Sin embargo estas diferencias no superan los 2 °C siempre que la humedad no cambie ni tampoco la velocidad del aire. Variaciones de la velocidad del aire y de la humedad relativa hacen variar la temperatura de confort, de modo que se produce una “sensación térmica” distinta.

El movimiento del aire influye porque activa la evaporación del sudor de la piel con lo cual esta se enfría, dando la impresión que la temperatura ambiente es menor. En cambio, la humedad del aire influye inversamente, porque a mayor humedad hay más dificultad para evaporar ese sudor, con lo cual la sensación térmica sube. En el interior de los edificios se debe considerar un movimiento del aire inferior a 1 m/s y una humedad relativa comprendida entre el 35 y 75%. Bajo estas condiciones el organismo humano se siente en equilibrio térmico cuando el aire a su alrededor es de aproximadamente 20 ± 3 °C.

Las condiciones climáticas exteriores influyen directamente en la energía necesaria para conseguir condiciones de confort (por ejemplo calefacción o refrigeración). Las más importantes son:

- Temperaturas medias, máximas y mínimas del aire.
- Humedad relativa máximas y mínimas del aire.
- Radiación solar.
- Dirección y velocidad del viento.
- Niveles de nubosidad.
- Pluviometría.

Estas variables ambientales se deben tener en cuenta al momento de proyectar un edificio ya que influyen directamente en el tipo de aislación a utilizar (para detalles climáticos ver norma NCh 1079).

1.3.2 Conductividad térmica de los materiales

La envolvente de un edificio pierde calor por transmisión cuando el ambiente exterior es más frío (condición de invierno) y viceversa (condición de verano). El calor se puede transmitir de tres maneras:

- Por conducción.
- Por convección.
- Por radiación.

Al aislar un edificio, lo que se hace es impedir que el calor se transmita por conducción desde el exterior al interior en verano y desde el interior hacia el exterior en invierno, manteniendo así un ambiente con temperatura confortable; si no se consigue hay que gastar energía de calefacción o refrigeración. Para lograrlo, se deben utilizar materiales aislantes en la envolvente, que son los que tienen una baja conductividad térmica y un significativo espesor.

La conductividad térmica de un material es la propiedad que hace que este transmita calor desde el lado de mayor temperatura hacia el de menor temperatura. Se define como la cantidad de calor que un material transmite en condiciones unitarias de espesor, superficie, tiempo y diferencia de temperatura entre las caras que intercambian calor.

La conductividad térmica, bajo flujo térmico constante, se puede expresar como:

$$\lambda = \frac{\phi \cdot e}{t \cdot S \cdot \Delta T}$$

Si se multiplica el inverso de la conductividad térmica $[\frac{1}{\lambda}]$, conocido como resistividad, por el espesor del material se obtiene la resistencia térmica [R] de éste:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia térmica, entonces, se define como la propiedad de un elemento material de oponerse al paso del calor, vale decir, representa su "poder aislante".

En la superficie de cualquier elemento se forma una capa de fluido (aire) que se mueve como flujo laminar o se encuentra en reposo, a través de la cual se transfiere calor. La capacidad de transferencia de calor de forma convectiva entre el fluido y el muro está dada por el coeficiente superficial de transferencia térmica, h, de la siguiente manera:

$$h = \frac{q}{g_{fl} - g_w}$$

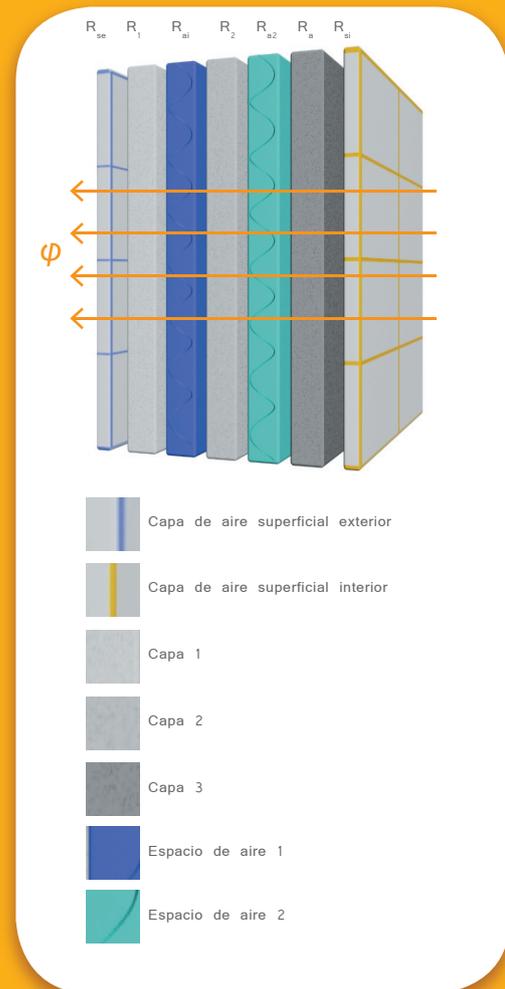


Figura 1.6: Flujo de calor en un elemento complejo, formado por capas (vista en corte).

La resistencia térmica superficial está dada por:

$$R_s = \frac{1}{h}$$

Dicha resistencia dependerá de diversos factores entre los cuales se tienen la viscosidad del fluido, la velocidad de éste, etc.

La resistencia térmica total de un elemento complejoⁱⁱ formado por capas, se calcula sumando la resistencia térmica de cada capa que forma parte del elemento, incluyendo las resistencias térmicas de las capas de aire adheridas a las superficies interior y exterior del elemento, además de la resistencia de las cámaras de aire que hubiesen en el interior del mismo.

En la figura 1-b se muestra el esquema de un elemento complejo, en él R_1 , R_2 y R_3 representan las resistencias térmicas de las capas materiales 1, 2 y 3 respectivamente, R_{a1} y R_{a2} son las resistencias de los huecos de aire 1 y 2 presentes en el interior del elemento y R_{se} , R_{si} son las resistencias de las capas de aire adherido por las caras exterior e interior respectivamente, mientras que φ es el flujo de calor, en este caso, de interior a exterior. La resistencia térmica total de un elemento se calcula, entonces, como la suma de las resistencias de los materiales involucrados, más las resistencias de las capas de aire adheridas a las superficies del elemento, más las resistencias de los huecos de aire confinados, de la siguiente manera:

$$R_t = R_{si} + \sum_1^n R_i + \sum_1^m R_{aj} + R_{se}$$

Donde $\sum_1^n R_i$ es la suma de las resistencias de las capas materiales componentes y $\sum_1^m R_{aj}$ es la suma de las resistencias de los huecos de aire confinados al interior del elemento, en el caso de la figura sería:

ⁱⁱ Se denomina "elemento complejo", a aquel elemento conformado por la unión de diversos elementos componentes y materiales.

ⁱⁱⁱ La norma NCh853 propone no tomar en cuenta los materiales cuyo espesor sea menor a 3 mm porque al ser tan delgados 0,003/λ resulta insignificante ≈ 0.

^{iv} Referencia: NCh853.0f91.

$$\sum_i R_i = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$\sum_j R_{aj} = R_{a1} + R_{a2}$$

Para el cálculo de la resistencia térmica de un elemento se deben tomar en cuenta las resistencias de todos los materiales que componen el elementoⁱⁱⁱ.

La transmitancia térmica U de un elemento es el inverso de la resistencia térmica total y representa el flujo de calor que pasa por el elemento por m² y diferencia de temperatura unitaria entre ambientes.

El flujo de calor que pasa a través de un elemento, en una dirección dada por unidad de superficie, se puede determinar por medio de la siguiente ecuación:

$$\varphi = U \cdot \Delta T = \frac{1}{R_t} \cdot \Delta T$$

La suma de todos los flujos φ de los diversos elementos que conforman una envolvente multiplicados por sus respectivas superficies, permite determinar el gasto energético total para mantener una cierta temperatura al interior de un recinto si se tiene una temperatura exterior dada.

Dado que las diferencias de temperatura exterior e interior varían lentamente durante el día es que las ecuaciones señaladas se consideran a flujo constante.

1.3.3 Materiales aislantes

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

El aire en reposo o quieto, a 0°C, presenta una conductividad térmica muy baja de 0,024 [W/(m·K)]^{iv}, siendo el "material" más aislante que se puede considerar. Por esta razón, los buenos materiales aislantes son aquellos capaces de retener aire quieto en su interior, es decir, materiales porosos que encapsulan el aire, impidiendo que este circule libremente.

Algunos ejemplos de materiales aislantes se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1.a

Materiales aislantes, densidad aparente y conductividad térmica*, según NCh853

Material	Densidad aparente [kg/m³]	λ [W/(m • K)]	Material	Densidad aparente [kg/m³]	λ [W/(m • K)]
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042	Plancha de corcho	200	0,047
	50	0,041		300	0,058
	70	0,038		400	0,066
	90	0,037		500	0,074
	110	0,04		Poliestireno expandido	10
	120	0,042	15		0,0413
Lana mineral granulada	20	0,069	Poliuretano expandido	20	0,0384
	30	0,06		30	0,0361
	40	0,055		25	0,0272
	60	0,048		30	0,0262
	80	0,044		40	0,025
	100	0,041		45	0,0245
	120	0,042		60	0,0254
140	0,042	70	0,0274		
Perlita expandida	90	0,05	Vermiculita en partículas	99	0,047
Plancha de corcho	100	0,04	Vermiculita expandida	100	0,07

*Los valores de conductividad térmica están dados para una temperatura media de 20°C, con los materiales en estado seco. (La conductividad térmica varía con respecto a la temperatura, la humedad y la densidad).

Fuente: NCh853.0191.

Tabla 1.b

Materiales aislantes, densidad aparente y conductividad térmica, no contemplados en la NCh853

Material	Densidad	λ [W/(m • K)]
Lana de vidrio*	10	0,044
	11	0,0424
	12	0,041
	13,1	0,04

*Informe de Ensaye IDIEM N°409.927

Fuente: Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica.

Al disponer de un sistema aislante para la envolvente de un edificio se deben considerar como materiales aislantes del muro estructural los productos de baja conductividad térmica que forman el sistema aislante. Todos los componentes de la envolvente aportan una cierta resistencia térmica, por ello se consideran como aislantes por definición, siempre y cuando tengan un espesor igual o superior a 3 mm, (ver nota pág. 20).

más conductores que los de más baja densidad, excepto algunos compuestos por alveolos, tales como poliestireno expandido y poliuretano expandido, o materiales fibrosos como la lana mineral (ver tablas 1-a y 1-b).

En general los materiales de alta densidad son

1.3.4 Ventajas del ahorro energético

Los gastos de calefacción y/o refrigeración pueden disminuirse apreciablemente si se dificultan las fugas de calor a través de muros y techos, siempre que se aisle adecuadamente su envolvente, lo que se consigue por medio de materiales aislantes térmicos que actúan pasivamente, como ocurre con los sistemas de aislación exterior.

Estas aislaciones, si son adecuadamente diseñadas, cumplen varias funciones, como son:

- Frenan las fugas de calor ayudando a ahorrar energía y mantener la temperatura de confort.
- Permiten conseguir temperaturas superficiales radiantes de los muros envolventes necesarias para el mejor confort (como se dijo entre 17 y 23 °C).
- Evitan, por la misma razón anterior, que se produzca condensación en los muros perimetrales previniendo sus efectos nocivos para el edificio y para la higiene ambiental.
- Disminuyen las manchas que se producen en las terminaciones interiores a causa de “puentes térmicos”.
- Eliminan los puentes térmicos formados por estructuras más o menos conductoras (caso de perfiles metálicos, vigas, pilares u otros) en muros envolventes y en techos.
- Ayudan a mantener un mejor equilibrio higrotérmico con el ambiente, mejorando los niveles de salud, al disminuir la ocurrencia de enfermedades.
- A nivel país disminuyen los gastos en salud.
- A nivel país disminuyen el gasto de energéticos en viviendas, especialmente petróleo y gas que son importados.

1.4 Humedad ambiental

La presencia excesiva de humedad del aire interior de los edificios afecta directamente el bienestar y el confort térmico, además de producir daños tales como:

- Deterioro de terminaciones: pinturas, papeles, estucos, enchapes, molduras, pisos, etc.
- Deterioro estructural: corrosiones, erosiones, hinchamiento y putrefacción de maderas, etc.
- Disminución de la aislación térmica de los elementos perimetrales.
- Aumento de gastos de calefacción.
- Ambientes insanos que atentan contra la salud de sus moradores.
- Inconfort térmico.
- Aumento de los gastos de mantención.
- Desvalorización de la propiedad.
- Menor vida útil del inmueble.

Se distinguen cinco tipos principales de humedades que afectan el edificio:

- Humedad de construcción: residual luego de la construcción.
- Humedad proveniente del suelo: absorción de agua presente en el suelo que asciende por capilaridad de los elementos constructivos.
- Humedad climática o atmosférica: presencia de vapor de agua en la atmósfera a causa del clima del lugar.
- Humedad de condensación: producto de la presencia de aire cargado de vapor de agua en el interior de los recintos.
- Humedad accidental: humedad proveniente de filtraciones, accidentes, entre otras.



Figura 1.c: Diagramas de conductividad en materiales de diferentes características.

De estos tipos de humedades, la más frecuente y, a la vez difícil de evitar es la que se produce por condensación.

Para entender el fenómeno de condensación, se deben tener claros los conceptos de “humedad de saturación” y de “punto de rocío”, y para ello se deben estudiar algunos conceptos y cualidades del aire húmedo.

El aire es una mezcla de gases compuesta principalmente de nitrógeno (79%), oxígeno (casi 21%) y pequeñas cantidades variables de agua en forma de vapor. La cantidad de vapor de agua que puede contener el aire depende de la temperatura (y de la presión). Cuando el aire no puede admitir más vapor se dice que está saturado. El grado de saturación se expresa en porcentaje de humedad relativa. El contenido de vapor de agua que contiene el aire se llama “humedad absoluta” y se puede expresar en gramos de agua por metro cúbico de aire, [gH₂O/m³].

La humedad relativa se puede expresar como:

$$\%HR = \frac{HA}{HA_{sat}} \cdot 100$$

Para que la cantidad de vapor de agua presente en el aire a una temperatura dada sea igual a la humedad de saturación, la temperatura del aire debería bajar a la llamada “temperatura de punto de rocío” (t_r). Así, el punto de rocío es la temperatura, a la cual, en un aire que se enfría, comienza la formación de niebla, o también de rocío sobre los objetos; si la temperatura del aire se mantiene por sobre el punto de rocío no se producirá condensación. La temperatura de punto de rocío depende, entonces, de la temperatura del aire y de su humedad absoluta.

1.4.1 Permeabilidad de los materiales

La permeabilidad o difusividad al vapor de agua, se refiere a la propiedad de permitir la difusión del vapor de agua a través de un material y es la cantidad de vapor de agua que se transmite a través de un material de espesor dado por unidad de área, unidad de tiempo y de diferencia de presión parcial de vapor de agua.

La permeabilidad de un material se calcula como:

$$\delta = \frac{1}{\mu} \cdot 0,185$$

Tabla 1.c

Humedad del aire. Temperatura de rocío

t _r [°C]	Humedad del aire [g H ₂ O/m ³]	t _r [°C]	Humedad del aire [g H ₂ O/m ³]
-5	3,37	14	12,03
-4	3,64	15	12,82
-3	3,92	16	13,59
-2	4,22	17	14,43
-1	4,55	18	15,31
0	4,89	19	16,25
1	5,23	20	17,22
2	5,60	21	18,25
3	5,98	22	19,33
4	6,39	23	20,48
5	6,82	24	21,68
6	7,28	25	22,93
7	7,76	26	24,24
8	8,28	27	25,64
9	8,82	28	27,09
10	9,39	29	28,62
11	10,01	30	30,31
12	10,64	31	31,89
13	11,32	32	33,64

Fuente: “Las humedades en la construcción”, F. Ulsamer

Donde μ es un factor adimensional de la resistencia a la humedad del material en estudio. De esta forma, μ se conoce como "factor de resistencia a la difusión de vapor" y se define como la relación entre la permeabilidad del aire y la del material en estudio; por definición el factor de resistencia a la difusión de vapor del aire es $\mu_{\text{aire}}=1$

El inverso de la permeabilidad se conoce como

$$\text{resistividad. } r_v = \frac{1}{\delta}$$

Conociendo la permeabilidad de un material se puede calcular su "resistencia a la difusión del vapor de

$$\text{agua", } R_v = \frac{e}{\delta}, \text{ o su inverso la "permeanza",}$$

$$\Delta = \frac{1}{R_v}$$

La resistencia al vapor de agua de un elemento compuesto se calcula como la sumatoria de las resistencias de los materiales que componen el elemento, es decir:

$$R_v = \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{\delta_i} = \frac{1}{0,185} \cdot (\mu_1 \cdot e_1 + \mu_2 \cdot e_2 + \dots + \mu_n \cdot e_n)$$

El flujo de vapor, j , se calcula como:

$$j = \frac{\Delta P}{R_v} = \frac{\delta \cdot \Delta P}{e}$$

La permeabilidad de los materiales se debe determinar siguiendo los procedimientos indicados en la norma NCh852: "Acondicionamiento ambiental - Materiales de construcción - Determinación de la permeabilidad al vapor de agua". Esta norma especifica un método para determinar el traspaso de vapor de agua a través de materiales de construcción. Establece además, los términos que sirven para precisar los fenómenos y propiedades en relación con el traspaso de vapor de agua a través de los materiales.

A continuación se muestra, a modo de ejemplo, una tabla con valores de μ - y r_v para diferentes materiales de construcción. Cabe mencionar que los materiales fibrosos o granulares presentan alta permeabilidad al vapor.

1.4.2 Condensación superficial

El fenómeno de condensación se produce generalmente en invierno, esto porque la temperatura exterior es menor a la temperatura interior. En un ciclo de invierno, con una temperatura exterior, T_e , e interior, T_i , definidas, se verifica siempre que el flujo de calor es constante, es decir:

$$\varphi = U \cdot \Delta T = \text{cte.} \Rightarrow (T_i - T_s) \cdot \frac{1}{R_{si}} = (T_s - T_s_e) \cdot \frac{1}{R} = (T_e - T_s_e) \cdot \frac{1}{R_{se}}$$

Tabla 1.d

Resistividad al vapor [r_v] de diversos materiales de construcción

Material	Resistividad al vapor r_v (1)
	[MN · s/(g·m)]
Aire en reposo (cámaras)	5,5
Aire en movimiento (cámaras ventiladas)	0
Fábrica de ladrillo macizo	55
Fábrica de ladrillo perforado	36
Fábrica de ladrillo hueco	30
Fábrica de piedra natural	150-450
Enfoscados y revocos	100
Enlucidos de yeso	60
Placas de fibrocemento	1,6-3,5
Hormigón con áridos normales o ligeros	30-100
Hormigón aireado con espumantes	20
Hormigón celular curado al vapor	77
Madera	45-75
Tablero aglomerado de partículas	15-60
Contrachapado de madera	1.500-6.000
Hormigón con fibra de madera	15-40
Cartón-yeso, en placas	45-60
Aislantes térmicos	
Aglomerado de corcho UNE 56.904	92
Espuma elastomérica	48.000
Lana de vidrio (2)	9
Lana mineral	
Tipos I y II	9,6
Tipos III, IV y V	10,5
Perlita expandida	0
Poliestireno expandido UNE 53.310:	
Tipo I	138
Tipo II	161
Tipo III	173
Tipo IV	207
Tipo V	253
Poliestireno extrusionado	523-1.047
Polietileno reticulado	9.600
Poliisocianurato, espuma de	77
Poliuretano aplicado in situ, espuma de:	
Tipo I	96
Tipo II	127
Tipo III	161
Tipo IV	184
Poliuretano aplicado in situ, espuma de:	
Tipo I	76
Tipo II	82
Urea formaldehído, espuma de	20-30

(1) Es el inverso de la permeabilidad al vapor, δ .

(2) Cualquier tipo sin incluir protecciones adicionales que pudieran constituir barrera de vapor.

Fuente: "Norma básica de la edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios".

Tabla 1.d

Resistividad al vapor [r_v] de diversos materiales de construcción

Materiales en forma de lámina (3)	Resistencia al vapor (4)
	[MN · s/(g·m)]
Hoja de aluminio de 8 micras	4.000
Lámina de polietileno de 0,05 mm	103
Lámina de polietileno de 0,10 mm	230
Lámina de poliéster de 25 micras	24
Papel Kraft con oxiasfalto	9,7
Papel Kraft	0,43
Pintura al esmalte	7,5-40
Papel vinílico de revestimiento	5-10

(3) Pueden considerarse como barreras de vapor aquellos materiales laminares cuya resistencia al vapor está comprendida entre 10 y 230 MN s/g.
 (4) Es el inverso de la permeancia al vapor, δ .

En la figura 1-d se aprecia un esquema de las diferentes temperaturas presentes en torno a un elemento de cerramiento compuesto de varias capas.

Dado que se pueden considerar R_{si} y R_{se} constantes y el espesor del cerramiento es también constante, las diferencias $(T_i - T_{si})$ sólo dependen del valor de la suma de las resistencias de las capas que componen el cerramiento $R = \sum R_i$. Si el cerramiento no dispone de aislamiento, la resistencia térmica R suele ser pequeña y siendo el valor $(T_i - T_{si})$ relativamente importante, se tiene por tanto un fenómeno de “pared fría”, es decir, la superficie de la cara interior del cerramiento se encuentra a una temperatura menor que la temperatura del aire interior y por ende susceptible a que se produzca condensación.

En el ambiente interior existirá una humedad relativa dada por la temperatura T_i , con su temperatura de rocío “ t_R ” correspondiente. Si $T_{si} < t_R$, se producirán condensaciones en la superficie del local. Para evitar esta situación, la única solución posible es aumentar el valor de T_{si} para que $T_{si} > t_R$, lo que supone que $(T_i - T_{si})$ sea más bajo; para ello, habrá que aumentar el valor de R del cerramiento, mediante la adición del aislamiento térmico adecuado. Ésta es la razón por la que los vidrios de las ventanas se empañan con tanta facilidad.

Téngase presente que $(T_{se} - T_e)$ no es constante porque depende del viento que si es mayor de 10 [km/h] “arrasa” con la capa de aire exterior haciendo su resistencia nula.

1.4.3 Condensación en elementos de la envolvente

Por regla general, la cantidad de vapor contenida en el ambiente de mayor temperatura, es más elevada que la contenida en el ambiente más frío; luego, existe una diferencia de presiones de vapor que tratan de equilibrarse mediante el flujo de vapor a través de las porosidades de la envolvente, en el sentido de la zona de mayor presión hacia la de menor presión, es decir, del lado caliente hacia el lado frío.

Todos los elementos ofrecen una cierta resistencia al paso del vapor del agua, por lo que la cantidad de vapor que pasa a través de cada uno de ellos en el cerramiento es menor que la incidente. La característica que mide la resistencia al paso del vapor de agua es la “resistividad al vapor”.

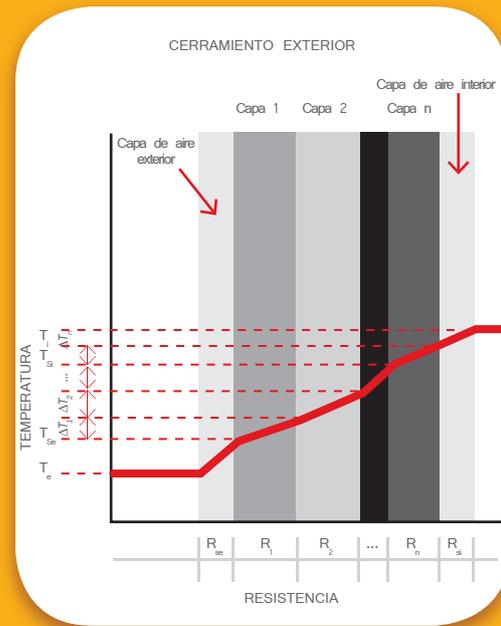


Figura 1.d: Temperaturas en un cerramiento envolvente exterior (vista en corte).

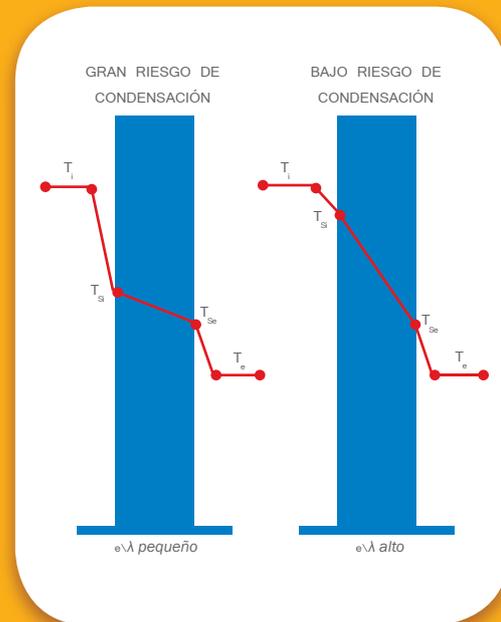


Figura 1.e: Gráficos de temperaturas en elementos de baja y alta resistencia térmica

Muchos materiales de obra son porosos y su resistividad es baja mientras que los materiales impermeabilizantes tienen una resistividad elevada, y constituyen las llamadas “barreras de vapor”.

Si el vapor de agua en su difusión pasa por zonas de la envolvente donde la temperatura es inferior a la temperatura de punto de rocío correspondiente, se producirán condensaciones en esa zona, aumentando el valor del coeficiente de transmisión térmica de los materiales y reduciéndose la capacidad aislante de los mismos.

La solución general más eficiente es recurrir a “barreras de vapor” ya que, situadas en la cara más caliente de la envolvente, reducen notablemente el contenido de vapor que pasa a través de ella, evitando las condensaciones. Para que esta barrera sea realmente efectiva, se debe considerar que sea continua, es decir, de existir traslapes estos deben ser sellados y se debe verificar que la permeabilidad al vapor de agua de la barrera esté comprendida entre 10 y 230 [MN·s/g], según NCh852.

Algunas de las barreras de vapor más utilizadas son:

- Fieltreros asfálticos.
- Membranas de fibras de polietileno.
- Papel impregnado.
- Papel metalizado.
- Pinturas al esmalte.

MANUAL AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS



2 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

2.1 Consideraciones sobre edificios energéticamente eficientes

Para el diseño de un edificio confortable y energéticamente eficiente se deben considerar los siguientes factores:

- Inercia térmica o capacidad del edificio para acumular calor.
- Capacidad del edificio para captar energía radiante solar a través de superficies vidriadas.
- Capacidad y calidad del aislamiento térmico para mantener calor sin pérdidas inútiles.
- Ventilación mínima para obtener ambientes higiénicamente confortables.

Existen diversas formas para disponer ventanas, masa y aislamiento que ayudan a conseguir una mejor eficiencia energética y temperatura confortable. Hay que considerar distintas soluciones según se trate de diseñar un nuevo edificio o reacondicionar uno existente.

2.1.1 Inercia térmica

La aislación térmica o la dificultad mayor o menor con que el calor atraviesa un muro, no es el único ni siempre principal recurso del cual se puede echar mano para conseguir un adecuado ambiente interior. Si las fluctuaciones diarias de temperatura son fuertes, no obstante que la media es normal, junto con emplear aislaciones se puede aprovechar la capacidad térmica acumuladora del muro, de modo que frente a una onda térmica absorba tal cantidad de calor que demore mucho en transferirlo al interior.

La fluctuación térmica diaria u onda térmica se acerca a una senoide con periodo de 24 horas, de este modo se tiene que, si el muro envolvente absorbe calor, retrasará la onda en un cierto tiempo, proporcional a la capacidad térmica del muro. Además de ello la onda es amortiguada en amplitud, suavizando las fuertes variaciones de la temperatura exterior.

Puesto que la capacidad térmica de un muro es la cantidad de calor por unidad de masa (Q) que puede absorber, y ésta viene dada por:

$$Q = M \cdot C_e \cdot \Delta T$$

Considerando que para un cierto lugar e intervalo de tiempo, ΔT medio puede ser constante (Santiago en verano $\Delta T \approx 18^\circ\text{C}$) y para materiales de construcción, como ladrillo y concreto, C_e es aproximadamente 0,2 [kcal/(kg·°C)] ó 0,84 [J/(g·K)], entonces:

$$Q = 3.6M \quad [\text{kcal}] = 15,12 \cdot M[\text{kJ}]$$

Tabla 2.a

Calor específico de algunos materiales de construcción

Material	C_e	
	[kcal/(kg·°C)]	[J/(g·K)]
Asfalto	0,22	0,92
Ladrillo	0,20	0,84
Concreto	0,21	0,88
Fibrocemento	0,20	0,84
Fibrosilicato	0,20	0,84
Hormigón celular	0,38	1,60
Vidrio, sílice	0,20	0,84
Granito	0,19	0,79
Mármol, mica	0,21	0,88
Arena	0,20	0,84
Suelo	0,19	0,80
Madera	0,30 - 0,70	1,25 - 2,93

Es decir, la capacidad térmica sólo depende de la masa. Cuanto más masivo sea un edificio, mayor inercia térmica y mejor comportamiento en regiones de gran oscilación diaria de temperatura.

Eligiendo adecuadamente el espesor y tipo de materiales de una envolvente (muros perimetrales, pisos y techo) se puede desplazar la onda térmica de tal manera que cuando el exterior pase por el máximo en el interior se tenga el mínimo y viceversa (figura 2-a). Tal condición es la ideal.

Como se puede ver, uno de los beneficios más importantes de la inercia térmica es la posibilidad de moderar temperaturas extremas interiores. Edificios diseñados para aprovechar las ventajas de la inercia térmica no tienen las mismas temperaturas extremas que pueden presentarse en los edificios de estructuras livianas. Una envolvente con gran inercia térmica ayuda a conservar la temperatura del interior de los locales habitables con mayor estabilidad a lo largo del día, entregando el calor acumulado en horas de la noche. La inercia térmica mantiene un hogar tibio en invierno y fresco en verano, siempre que se considere cierta ventilación nocturna, lo que ayuda a crear un ambiente más cómodo para vivir.

A la inversa, la principal ventaja de edificios ligeros es que se calientan más rápido cuando se enciende la calefacción o se enfrían con rapidez al encender el aire acondicionado, ahorrando energía, siempre y cuando tengan un sistema de aislación adecuado. Esto se puede aplicar en oficinas y recintos que sólo son utilizados durante parte del día, como escuelas, comercio y similares, pero no en edificios permanentemente ocupados como son viviendas, hospitales, hoteles, etc. en los cuales la inercia de gran masa es ventajosa.

Al aplicar inercia térmica en un edificio se debe tener en cuenta que las masas térmicas pueden estar ubicadas en pisos, losas, muros perimetrales, muros interiores y techos, siempre y cuando no estén cubiertas con materiales aislantes.

Nótese que es posible proyectar muros perimetrales de materiales y en espesores adecuados para un determinado retardo. Sin embargo, esto es casi imposible en la techumbre, a menos que se usen losas de hormigón, y aún así no se consiguen retardos muy considerables dado que no pueden ser muy gruesas.

El retardo térmico depende de la masa interpuesta y de la configuración del sistema en sí, donde influye en forma importante la ubicación del aislante térmico. A mayor masa interpuesta mayor es el retardo térmico.

2.1.2 Ventanas y otras superficies vidriadas

Las ventanas son generalmente muy buenos colectores solares, pero a su vez son las superficies más perdedoras de calor cuando hace frío.

La orientación de las ventanas es muy importante en cuanto a la capacidad de captar calor y luz natural. Las de orientaciones sur son las únicas ventanas que casi no reciben calor. Las ventanas con orientación norte reciben calor casi todo el día y todo el año en latitudes altas, en tanto las de orientación poniente y oriente reciben sol durante medio día.

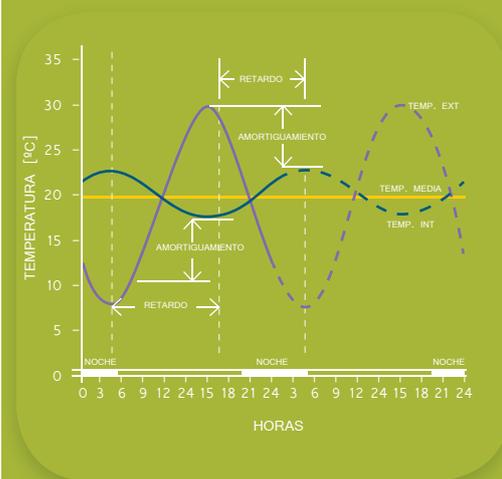


Figura 2.a: Termogramas tomados en el exterior y en el interior de un edificio, para un retardo ideal y un amortiguamiento severo de la onda, debido a la inercia térmica.

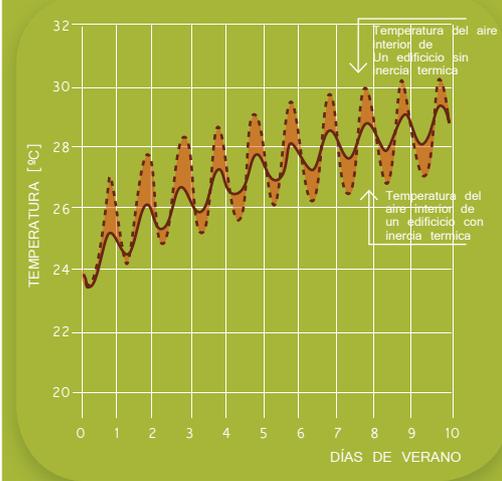


Figura 2.b: Efecto de la inercia térmica en el tiempo.

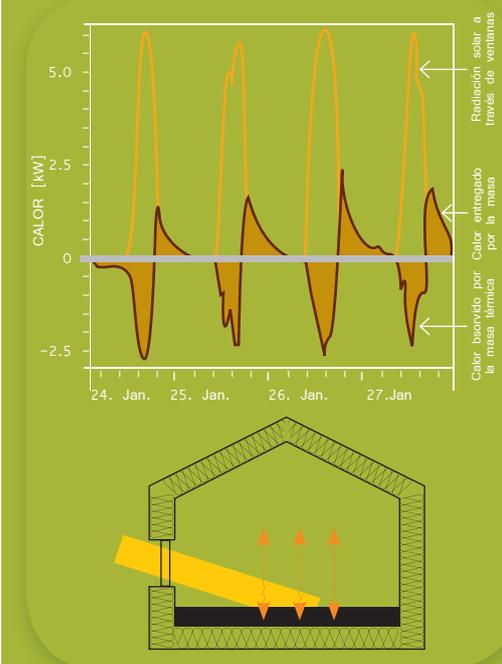


Figura 2.c: Radiación solar y el efecto de almacenamiento producto de la inercia térmica.

"Gráfico tomado de la Revista del IDIEM, "El clima chileno y su relación con la construcción habitacional", Gabriel Rodríguez J. Diciembre - 1972.

La cantidad máxima de área de ventanas, según la reglamentación chilena, está determinada en la sección 2 del artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción y depende de la zona térmica donde se encuentre ubicado el edificio (ver Anexos, Reglamentación térmica). No obstante, entiéndase que es la cantidad máxima sólo para viviendas, la que, bajo un estudio acucioso, muchas veces resulta excesiva, pues también se debe tener en cuenta la masa estructural del edificio, el tipo y la cantidad de aislación a utilizar, la orientación de las ventanas, etc.

La reglamentación vigente no considera en el cálculo de la transmitancia térmica de una ventana, la resistencia de la perfiles de ésta, sino que sólo toma en cuenta la resistencia térmica de los vidrios utilizados, sean vidrios monolíticos, doble vidriado hermético, doble ventana o algún otro tipo de vidriado.

Es importante establecer las pérdidas de calor por el contorno de la ventana, ya sea por la perfiles misma o por las juntas que pudiesen quedar luego de instalada la ventana, por esto se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Al momento de seleccionar el tipo de ventana a utilizar en un proyecto, se debe tener en cuenta la perfiles de ésta, seleccionando aquel tipo de ventana que tenga una perfiles capaz de cubrir los requerimientos arquitectónicos del proyecto, así como de tener un comportamiento térmico y acústico adecuado y una resistencia mecánica apropiada; además debe ser capaz de proporcionar una estanqueidad total al aire y al agua de lluvia.
- Las ventanas deben ser instaladas por técnicos capacitados.
- La ventana se debe ajustar al vano de tal forma de evitar la presencia de orificios que permitan fugas de aire.
- Una vez instalada la ventana se debe sellar su contorno en forma exhaustiva.

Existen diferentes materiales utilizados en la perfiles de ventanas, entre los cuales se tienen PVC, aluminio, madera y fierro, principalmente.

Los perfiles de PVC y de madera de calidad son los que ofrecen un mejor comportamiento térmico, mientras que la perfiles de fierro es la que tiene el peor comportamiento, tanto por su baja resistencia térmica como por la poca estanqueidad al aire que presenta su cierre poco hermético.

En la siguiente tabla se dan ejemplos de algunos de los principales materiales de perfiles de ventanas y su respectiva conductividad térmica, estableciendo el buen comportamiento térmico del PVC y la madera.

Tabla 2.b

Conductividad térmica de materiales de perfiles de ventanas

Perfiles	Conductividad térmica, λ [W/(m • K)]
Aluminio	210
PVC	0,17
Maderas	0,09 - 0,16

Además de la perfiles se debe seleccionar el tipo de vidriado a utilizar, dentro de los cuales existe una amplia gama, desde vidrios monolíticos simples hasta doble vidriado hermético (DVH) e incluso triple vidriado hermético. Otras variantes la dan los colores de los vidrios y la emisividad y reflectancia de los mismos. El doble vidriado hermético y las dobles ventanas presentan aproximadamente doble aislación térmica que las ventanas con vidrio monolítico.

En la tabla 2-d se muestran resultados de un estudio de transmitancia térmica en tres tipos de ventanas. En dicha tabla se puede ver que la ventana con perfil de PVC y DVH tiene una baja transmitancia térmica, menor que los otros dos tipos del estudio.

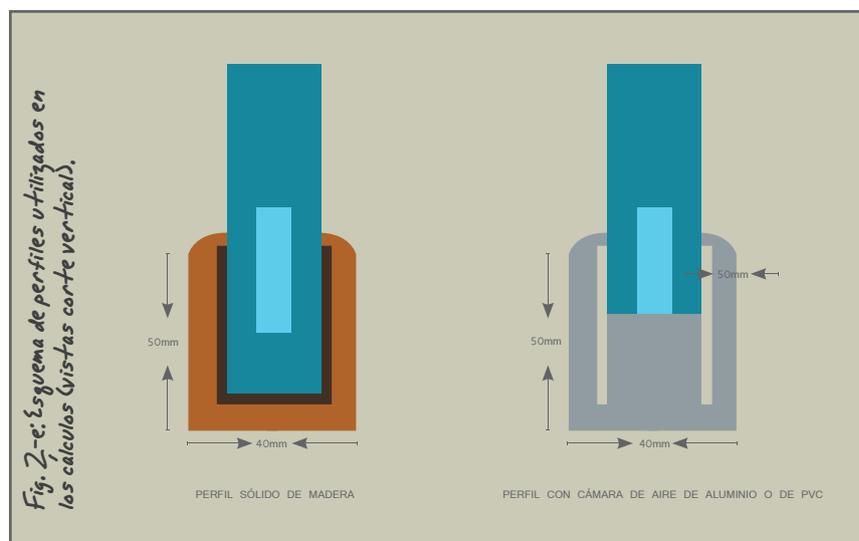
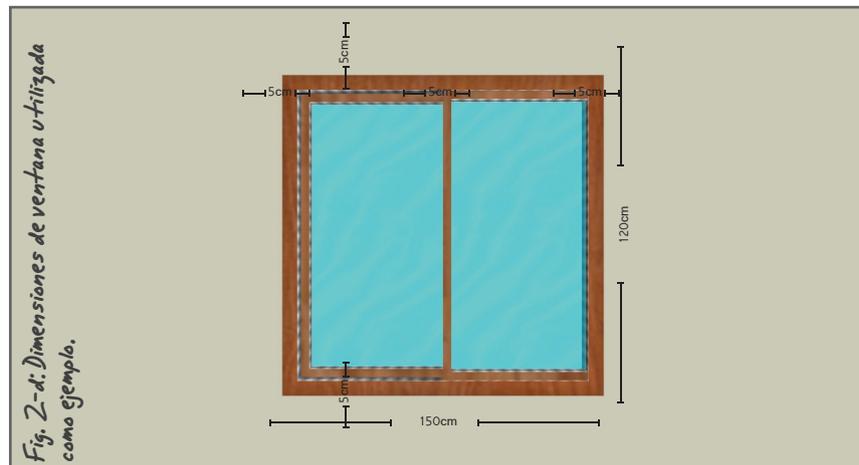
La transmitancia térmica total de una ventana se puede calcular como la suma de los valores U del vidrio y de la perfiles, ponderados por sus respectivas superficies, es decir:

$$U_{total} = \frac{U_{vidrio} \cdot S_{vidrio} + U_{perfil} \cdot S_{perfil}}{S_{total}}$$

Si la transmitancia, U, de la perfiles es alto (perfiles de metal) conviene considerar la transmitancia térmica de la ventana igual a la del vidrio; si el perfil utilizado tiene una transmitancia baja, el término toma importancia, disminuyendo el valor U de la ventana. A modo de ejemplo se calculará la transmitancia térmica total de una ventana, considerando tres tipos de perfiles:

- Perfil de aluminio con cámara de aire hermética.
- Perfil sólido de madera.
- Perfil de PVC con cámara de aire hermética.

Las dimensiones de la ventana y las características de los perfiles se muestran en los siguientes esquemas:



Además se consideran dos tipos de vidriado:

- Vidrio monolítico ($U = 5,9 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$).
- Doble vidriado hermético ($U = 3,0 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$).

Los resultados de los cálculos realizados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.c

Transmitancia térmica calculada de ventanas.

Tipo de ventana	Transmitancia térmica $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
Perfil de aluminio con vidrio monolítico	5,06
Perfil de aluminio con DVH	2,74
Perfil de madera con vidrio monolítico	5,15
Perfil de madera con DVH	2,83
Perfil de PVC con vidrio monolítico	5,03
Perfil de PVC con DVH	2,71

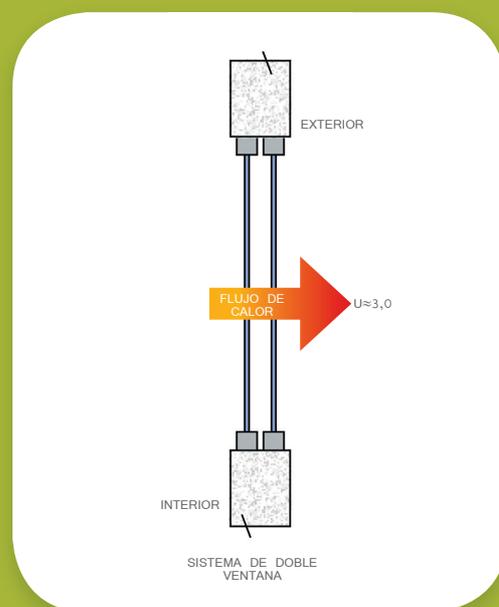
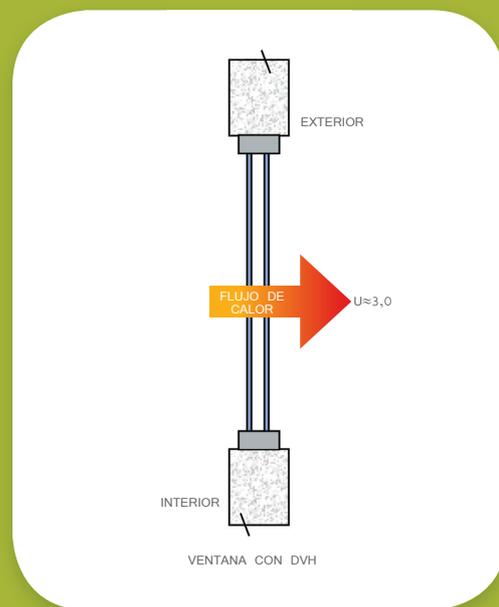
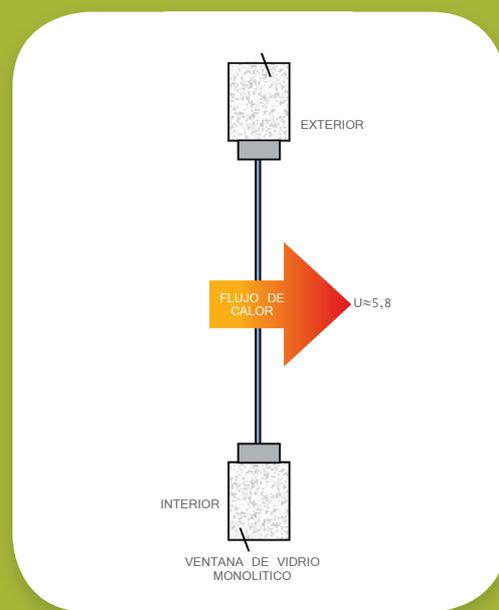


Figura 2.f: Transmitancia en vidrio monolítico, en DVH y en sistema de doble ventana (vistas corte vertical).

Como se puede apreciar, el tipo de vidriado influye enormemente en la transmitancia térmica total de la ventana, reduciéndola casi a la mitad.

Otro punto importante a destacar es el buen comportamiento térmico del perfil de PVC, esto debido a que se consideró un perfil con aire estanco en su interior. Las cámaras de aire no ventiladas poseen una gran resistencia térmica, lo que contrarresta el efecto conductor del perfil en forma importante.

Resumiendo, la selección adecuada de ventanas es determinante para el buen funcionamiento energético de un edificio. Es recomendable utilizar un sistema de ventanas con perfiles de PVC o madera dada su baja transmitancia térmica o bien utilizar perfiles que incluyan cámaras herméticas de aire, con DVH o en un sistema de doble ventana si es conveniente.

2.1.3 Aislamiento térmico

La resistencia total de un cerramiento es responsable de las ganancias o pérdidas de calor. Como se vio en el capítulo anterior, se calcula como la suma de las resistencias individuales de todas las capas que componen el cerramiento más las capas de aire superficiales a ambos lados del mismo^{vi}. El artículo 4.1.10 de la OGUC señala que todo edificio de vivienda debe cumplir con una resistencia mínima según la zona térmica en la cual es emplazado el edificio. Para cumplir esta disposición, existen varias alternativas dentro de las cuales se puede considerar utilizar un material estructural de buenas características térmicas o agregar una capa de material aislantes a la envolvente. Si la envolvente en estudio no cumple con la reglamentación térmica y no se puede cambiar el material estructural en el proyecto, se puede calcular la cantidad de aislante mínimo necesario para cumplir con las exigencias de la normativa chilena.

La posición de la capa aislante en el cerramiento no modifica la resistencia térmica total del cerramiento. Por ejemplo, las tres posiciones del aislante que se ejemplifican en la figura 2-g tienen la misma resistencia térmica.

Análiticamente puede representarse por la siguiente relación:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} + R_{si} + R_a$$

Claramente puede observarse que la ubicación de la aislación no altera la resistencia total, sin embargo colocar el aislamiento por el interior, al centro o por el exterior, tiene ventajas y desventajas prácticas que deben ser sopesadas.

También se puede considerar colocar la aislación por ambas caras del cerramiento en forma simétrica o asimétrica o, como se dijo, por una de las caras y en el interior o en el exterior del cerramiento (ver figura 2-h).

Sea cual sea la ubicación del aislante en el muro, éste debe colocarse en forma continua de tal manera que no se formen puentes térmicos.

También deben evitarse las pérdidas de calor por ventilación no deseada (buen ajuste de puertas y ventanas, por ejemplo) que jugaría en contra del aislamiento de la envolvente, es decir, se debe procurar una hermeticidad adecuada.

2.1.3.1 Resistencia v/s viento

Al calcular la resistencia total se debe considerar que la capa de aire exterior está presente siempre que no haya viento, ya que con viento esta capa se reduce considerablemente hasta desaparecer. El valor que se considera en la norma NCh853 para la capa de aire sin viento es de 0,12 [m²•°C/W], pero cuando hay vientos sobre 10 [km/h] este valor disminuye a 0.

^{vi} Fórmulas para el cálculo de la resistencia térmica total de un elemento complejo en la sección 1.3.2 del presente manual.

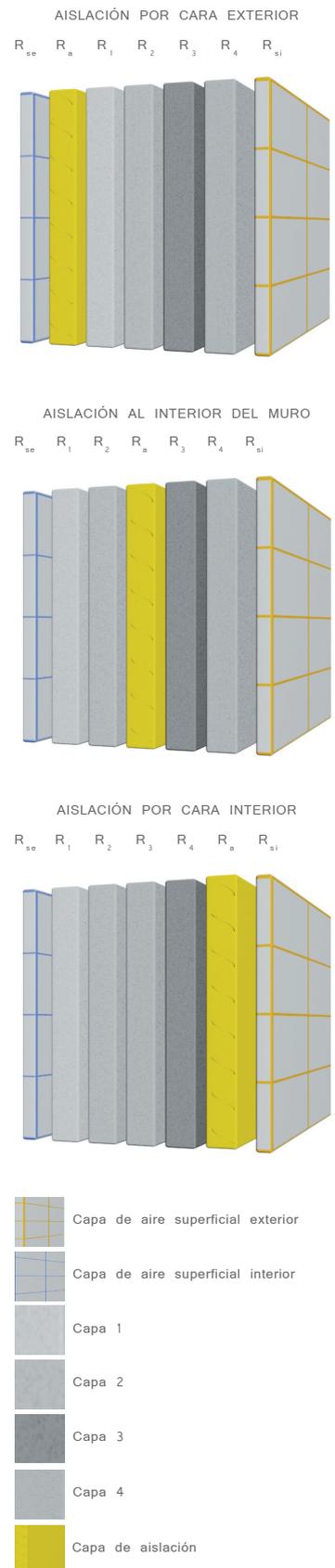


Fig. 2-g: La resistencia total no depende de la posición del material aislante (vistas en corte).

2.1.4 Ventilación

Una fuente importante de pérdidas térmicas es producto de la ventilación (pérdidas por intercambio de aire entre interior y exterior). Algunos ejemplos de este tipo de pérdida son:

- Infiltración espontánea de aire por fisuras y juntas de puertas y ventanas.
- Fuga de energía por necesidad de renovaciones de aire por razones fisiológicas.
- Sobreventilación producida por ductos de evacuación de artefactos.

Por estos factores es importante analizar la ventilación de un inmueble para evitar en lo posible dichas pérdidas, sin olvidar que se deben considerar renovaciones de aire necesarias para mantener condiciones higiénicas adecuadas. Se debe proyectar un sistema de ventilación acorde a las necesidades del inmueble evitando pérdidas innecesarias como las señaladas anteriormente, sin caer en la tentación de diseñar un edificio hermético, el cual resultaría insalubre.

2.1.4.1 Sistemas de ventilación

Un sistema de ventilación bien diseñado puede:

- Incrementar el confort térmico en verano, puesto que el movimiento del aire acelera la disipación de calor del cuerpo humano.
- Ayudar en la climatización de recintos, ya que el aire en movimiento puede llevarse el calor acumulado. Para ello, la temperatura del aire debe ser lo más baja posible. Esto es útil especialmente en las noches de verano, cuando el aire es más fresco.

Existen diferentes formas de ventilar el interior de un inmueble:

- Ventilación natural. Es la que tiene lugar cuando el viento crea corrientes de aire en la casa, al abrir las puertas y ventanas. Para que la ventilación sea lo más eficaz posible, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas, sin obstáculos entre ellas, y en fachadas que sean transversales a la dirección de los vientos dominantes. En días calurosos de verano, es eficaz ventilar durante la noche y cerrar durante el día.
- Ventilación convectiva. Es la que tiene lugar cuando el aire caliente asciende, siendo reemplazado por aire más frío. Durante el día se pueden crear corrientes de aire aunque no haya viento provocando aperturas en las partes altas del inmueble, por donde pueda salir el aire caliente. Es importante prever de dónde provendrá el aire de sustitución y a qué ritmo debe ventilarse.
- Ventilación convectiva en desván. Un porcentaje importante de pérdidas de calor en invierno y ganancias de calor en verano ocurre a través del tejado. Disponer de un espacio tapón entre el último piso del edificio y el tejado (un desván o entretecho) reducirá de forma importante esta transferencia de calor. En verano, se puede hacer que el desván esté autoventilado por convección.

2.1.4.2 Renovaciones de aire

Es importante reducir al mínimo las pérdidas por ventilación, sin embargo, un mínimo de ventilación es necesaria para la higiene de la vivienda, especialmente en ciertos espacios. En la cocina, por ejemplo, es necesaria una salida de humos y ventilar para eliminar los olores propios de la actividad culinaria. En el baño también es necesario ventilar por la misma razón.

La renovación de aire, entonces, depende básicamente del uso que se le da al recinto. En la siguiente tabla se muestran las renovaciones de aire por hora, n , recomendadas según el lugar, es decir, cuántas veces en una hora se debe renovar completamente el volumen de aire.

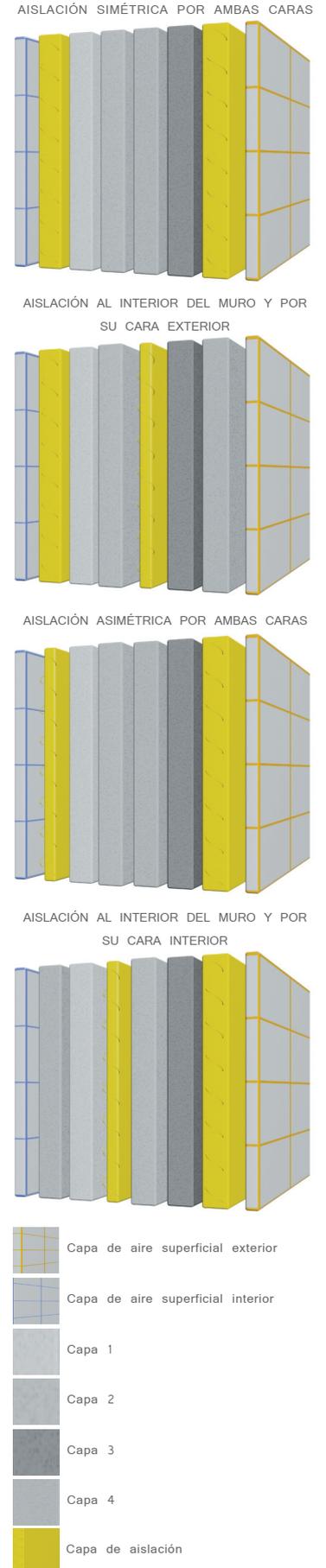


Fig. 2-h: Combinaciones en la posición de la aislación (vistas en corte).

Tabla 2.d

Renovaciones de aire por hora para diferentes lugares

Lugar	n
Baño público	60
Gimnasio	10
Dormitorio	0,5 - 1
Living	3 - 5
Comedor	3 - 5
Cocina	5 - 10
Baño casa	5 - 15

2.1.4.3 Pérdidas de calor por ventilación

La pérdida de calor por infiltración de aire se puede determinar a partir del volumen V intercambiado por hora, de la diferencia de temperatura entre interior y exterior ($T_i - T_e$) y del calor específico volumétrico del aire C_e , de la siguiente forma:

El calor específico del aire es $0,35 [J/(g \cdot K)]$; $[kJ/(kg \cdot K)]$.

Una forma sencilla de determinar las pérdidas por ventilación es multiplicando la cantidad de renovaciones de aire por hora (n) del recinto por 0,35, esto entrega las pérdidas térmicas por unidad de volumen producto de la ventilación, en $[W/(m^3 \cdot K)]$.

2.2 Soluciones de aislación por el exterior del cerramiento

Al definir la envolvente de un edificio se debe tener en cuenta que los muros perimetrales deben cumplir con ciertos requisitos para ser considerados como un sistema en sí. Estos requisitos son:

- Restringir los flujos de calor y de humedad.
- Ser relativamente impermeable al aire.
- Restringir las ganancias térmicas por radiación solar.
- Proteger de las inclemencias del clima.
- Colaborar en el aislamiento acústico del cerramiento.
- Tener buen comportamiento al fuego en caso de incendio.
- Proveer estabilidad y rigidez mecánica.
- Ser durable, estéticamente agradable y económico.

Los sistemas de aislación exterior forman parte del complejo o sistema de muros y por lo tanto deben cumplir con todos estos requerimientos, de esta manera, al elegir algún tipo de aislación exterior se deben considerar los siguientes factores:

- Seguridad y estabilidad.
 - Resistencia mecánica.
 - Seguridad contra incendios.
 - Resistencia al impacto.
- Durabilidad.
 - Resistencia de materiales.
 - Rendimiento del material aislante.
 - Calidad y rehabilitación de estructuras.
 - Mantenimiento del sistema durante la vida útil del inmueble.
- Ambiente interno de calidad y confort.
 - Confort térmico.
 - Humedad y condensación intersticial.
 - Diseño.
- Instalación.
 - Instaladores calificados y responsables.
 - Stock de materiales y productos.

2.2.1 El aislamiento por el exterior del cerramiento

En Europa, Estados Unidos, Nueva Zelanda y otros países, las aislaciones térmicas exteriores son ampliamente utilizadas, no sólo por su eficiencia sino también por su rapidez constructiva y por la posibilidad de usarlas en edificios ya existentes sin necesidad de molestar mayormente a sus ocupantes.

Los sistemas de aislación exterior aparecieron en Europa en la década de 1930 pero su desarrollo se llevó a cabo después de la II Guerra Mundial, principalmente en Alemania, dada la necesidad de ahorrar energía, un bien muy escaso en esos momentos. Desde entonces esta técnica se hizo conocida en el resto de Europa y Estados Unidos.

2.2.2 Ventajas de la aislación exterior

- No disminuye la superficie útil interior como lo hacen los aislantes que se colocan por dentro.
- Protege los muros perimetrales de la lluvia con viento.
- Protege los muros perimetrales del intenso soleamiento de verano, rebajando los gastos de refrigeración.
- Son muy ventajosos en edificios ya construidos dado que su instalación no molesta a sus ocupantes.
- Se pueden sobrepasar fácilmente los mínimos de aislación exigidos por la OGUC con la consiguiente economía de energía por concepto de calefacción o refrigeración.

Con respecto a este último punto cabe señalar que la OGUC ha basado su zonificación térmica en grados-días en base 15°C, en circunstancias que la mínima temperatura de confort es de 18°C, por esta razón los requerimientos de la OGUC resultan mínimos y los óptimos se obtienen fácilmente con los sistemas de aislación exterior.

Hoy en día, la forma más utilizada para aislar la envolvente de los edificios es por la cara exterior; así se tienen dos sistemas ampliamente utilizados: el Sistema de Aislación Térmica Exterior y Acabado o Exterior Insulation Finish Systems (EIFS) y el Sistema de Fachadas Ventiladas (FV), además de otras variantes del sistema de aislación exterior.

2.2.3 Sistema de Aislación Térmica Exterior y Acabado

El sistema de aislación térmica exterior y acabado, EIFS, es un sistema de terminación y aislación de muros exteriores que puede utilizarse en casi todos los tipos de edificios, nuevos o antiguos, siendo aplicable sobre casi cualquier superficie (muros de ladrillo, hormigón y paneles livianos, entre otros). Consiste básicamente en un sándwich de mortero modificado, aislante, malla de refuerzo, mortero y recubrimiento, que se adhiere a la cara exterior de los muros perimetrales. Existen tres tipos de sistemas EIFS:

- Sistema de barrera o EIFS tradicional.
- Sistema con drenaje o Drainage Systems.
- Sistema con panel External Wall.

2.2.3.1 EIFS de barrera

El sistema de barrera (también conocido como sistema tradicional o sistema no drenable) consta de un sustrato, una capa de aislante, una malla de refuerzo embebida en una capa base y una capa final:

- El sustrato es el material que forma el revestimiento exterior del muro sobre el cual se colocará el sistema. Puede ser albañilería, hormigón, fibrocemento, fibrosilicato, etc.
- Capa de aislante rígida: Esta capa proporciona el aislamiento térmico del sistema. Materiales típicos son el poliestireno expandido (EPS), poliuretano expandido (PUR), poliestireno extruido, placas rígidas de fibra mineral, etc.
- Capa base: Capa que se aplica directamente sobre la placa de aislante rígido.
- Malla de refuerzo: Una malla de fibra de vidrio es incorporada en la capa base. El propósito de esta malla es proporcionar un refuerzo al sistema.
- Capa de terminación: La segunda capa se aplica después que la capa base se ha curado. Esta capa, al tiempo que añade un segundo refuerzo al sistema, también ofrece el acabado o terminación.

2.2.3.2 EIFS con drenaje

Cuando el sistema EIFS se instala sobre estructuras o sustratos absorbentes, tal como madera, yeso u otros, es necesario adicionar un mecanismo para el drenaje del agua. Dos métodos se han ideado para ello.

El primero consiste en incorporar una película retardante de humedad entre la capa aislante y el sustrato. Esta película está destinada a drenar el agua fuera del sistema antes que se aloje en la estructura del muro. Este drenaje generalmente se incorpora previamente en una de las caras de la placa aislante.



Fig. 2-i: Componentes del sistema de barrera, en estructura pesada (albañilería u hormigón), vista isométrica.

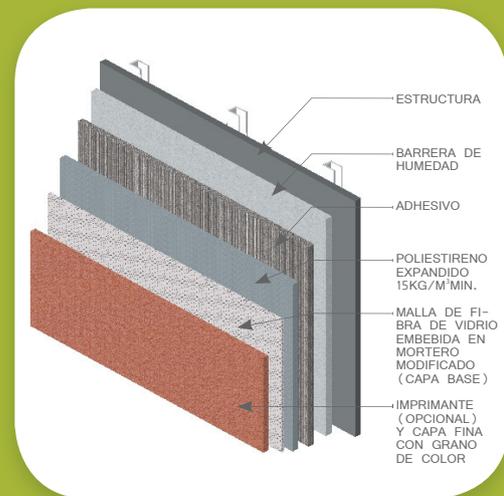


Fig. 2-j: Componentes del sistema de barrera, en estructura liviana (perfiles metálicos o de madera), vista isométrica.

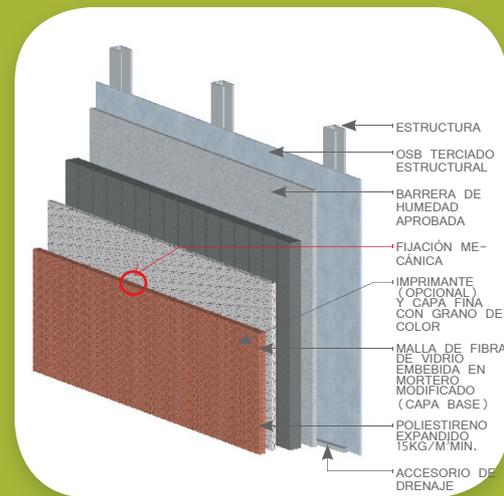


Fig. 2-k: Componentes del sistema con drenaje, vista isométrica.

El segundo método con drenaje utiliza la tecnología llamada “rainscreens”. Consiste en crear un plano de drenaje entre el sustrato y el aislante, cubriendo ambas caras con barreras de humedad. Este sistema funciona igualando la presión en las caras expuestas del sustrato y el aislante, es decir, al existir una cámara de aire ambas superficies tendrán la misma presión y de esta manera el agua no penetrará en ninguna de las dos superficies, permitiendo así su evacuación. Este sistema es similar a la FV.

2.2.4 Sistema de Fachadas Ventiladas

Una fachada ventilada o FV es un sistema constituido por un elemento de aplacado o revestimiento exterior soportado por elementos soportantes interiores, a través de una subestructura, mediante fijaciones y anclajes, quedando entre el revestimiento y la zona portante un espacio donde el aire puede circular libremente por convección, evaporando el agua que pudiese haber penetrado o condensado, protegiendo de esta forma el aislamiento térmico.



Fig. 2-1: ejemplo de instalación de FV

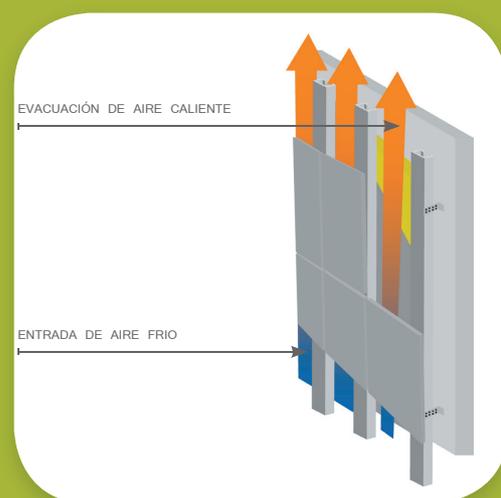


Fig. 2-m: Ventilación de FV.

Con sus características de elevada calidad estética e indiscutibles ventajas de aislamiento térmico, las fachadas ventiladas nacen como revestimiento para responder a las necesidades de proteger los edificios contra la acción combinada de lluvia y viento, neutralizando los efectos del agua que golpea la pared y manteniendo seca su estructura de albañilería, hormigón o madera.

En las fachadas ventiladas se pueden instalar dos tipos de aplacados: aplacado opaco y aplacado transparente. Este último tiene por finalidad dotar al edificio de un sistema de captación pasiva de energía solar a través del cerramiento principal del edificio.

La fachada opaca representa una segunda epidermis para el edificio y por tanto protege contra los efectos de la intemperie, co-ayudando al ahorro energético en invierno y protegiendo de los rayos solares en verano.

La FV está compuesta principalmente por:

- Sustrato base: Cerramiento del edificio o sistema de muro perimetral.
- Aislante térmico: PUR proyectado, placa de EPS, lana mineral, lana de vidrio u otro material, colocado directamente sobre la pared exterior.
- Cámara de aire confinado que puede variar de 3 a 10 cm situada entre el aislante y el revestimiento.
- Sistema de fijación: Subestructura soportante de madera o perfiles de aluminio adosados al muro portante.
- Placa de revestimiento: Terminación con resistencia a la intemperie, alta elasticidad y resistencia mecánica, realizada en múltiples materiales, desde el mármol a la piedra, del fibrocemento a la cerámica, del aluminio a los aglomerados de mármol o piedra, etc.

La instalación del sistema de fachada ventilada, tanto para construcciones nuevas como para la remodelación de edificios ya existentes, aporta notables ventajas en lo que respecta a la duración de la envolvente y a la eficiencia energética, sobre todo en caso de edificios de gran altura muy expuestos o muy aislados.

Desde un punto de vista termoenergético, los muros ventilados permiten reducir en la estación cálida la carga de calor del edificio, gracias a la reflexión parcial de la radiación solar por parte del revestimiento, a la ventilación del espacio intermedio de aire y a la aplicación del aislante, obteniendo de este modo, una considerable reducción de los costos de acondicionamiento térmico del edificio. Y viceversa, en la estación fría, las fachadas ventiladas retienen el calor dentro del edificio y favorecen un notable ahorro de calefacción.

El “efecto chimenea” activa una ventilación natural eficaz, de la que nace el término de fachada ventilada, aportando notables beneficios en la remoción del calor y de la humedad, garantizando un mejor confort.

Las fachadas ventiladas, gracias a los numerosos beneficios que aportan y a sus profundas innovaciones tecnológicas, están teniendo cada vez más aceptación por parte del mundo de la arquitectura, ya que son compatibles con las demandas de cada proyecto y las prestaciones más complejas.

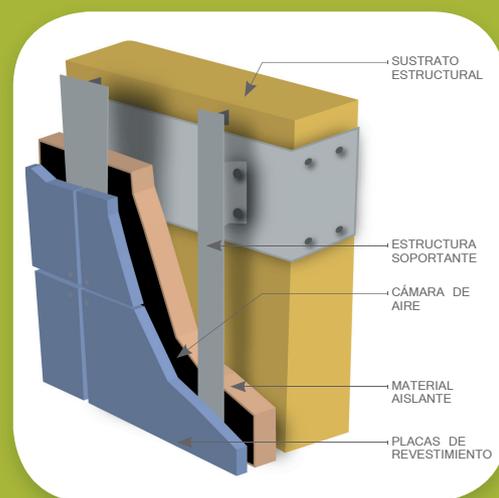


Fig. 2-n. Componentes de una FV (vista isométrica).

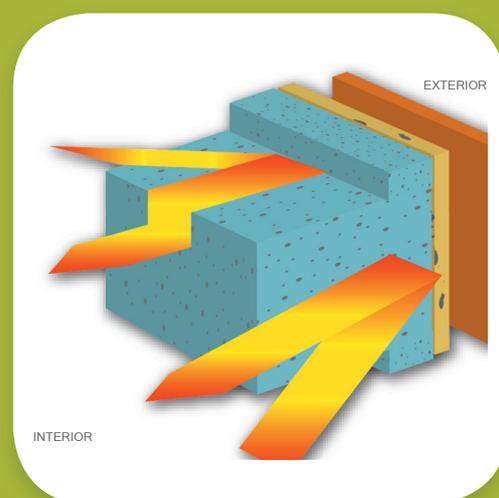


Fig. 2-ñ. Eliminación de puentes térmicos.



Fig. 2-o. Disipación de calor.

Algunas de las ventajas de la FV frente a un muro sin aislación exterior son:

- **Evita los puentes térmicos:**

Debido a que el material aislante se instala en la parte exterior del muro estructural, al igual que en otros sistemas de aislación exterior, éste puede ser montado fácilmente sin interrupciones causadas por las losas de entre piso. De esta manera, cualquier puente térmico en las losas de piso puede ser evitado. Estos puentes térmicos podrían generar focos de condensación superficial.

- **Disipa el calor exterior:**

El sistema de fachada ventilada tiene un efecto refrescante cuando la temperatura exterior es alta. El calor que penetra a través de la placa exterior se disipa por el efecto de la ventilación del espacio formado entre la placa exterior del revestimiento y el muro estructural, por lo cual el residuo de calor que logra penetrar al edificio es muy bajo.

- **Cortina – corta lluvia:**

Las placas de revestimiento arquitectónico actúan en el exterior del edificio como una pantalla o cortina corta lluvia y permiten mantener el muro estructural absolutamente seco. El espacio formado entre las placas de revestimiento y el muro estructural libera el agua y la humedad que pudiera haber penetrado por la parte posterior de las placas de revestimiento, a través de las juntas verticales u horizontales. El agua y la humedad no afectarán nunca al muro estructural, ni al material aislante.

- **Protege la envolvente contra los cambios de temperatura:**

En vista del hecho que el material aislante se aplica al exterior del edificio, los cambios de temperatura son mínimos, en comparación con aquellos edificios convencionales, en que el material aislante se aplica en el interior. Este principio es válido, tanto en invierno como en verano, en climas calurosos o fríos para muros perimetrales con apreciable inercia térmica.

- **Evita la condensación interna:**

Se puede aplicar material aislante en el exterior de un muro perimetral, ya que el mismo está efectivamente protegido por el revestimiento exterior, lo cual conjuntamente con la ventilación generada por el sistema, evita la transferencia de vapor de agua al muro perimetral.

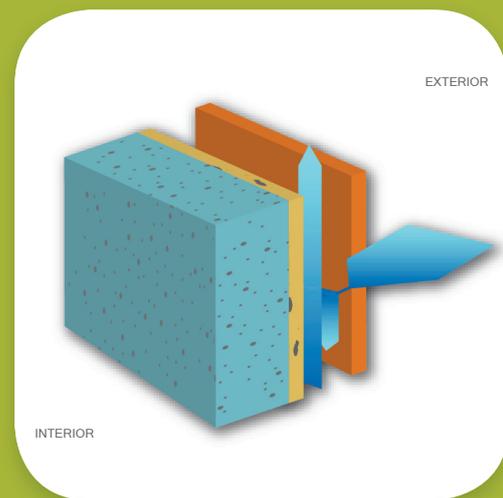


Fig. 2-p: Cortina-corta lluvia.

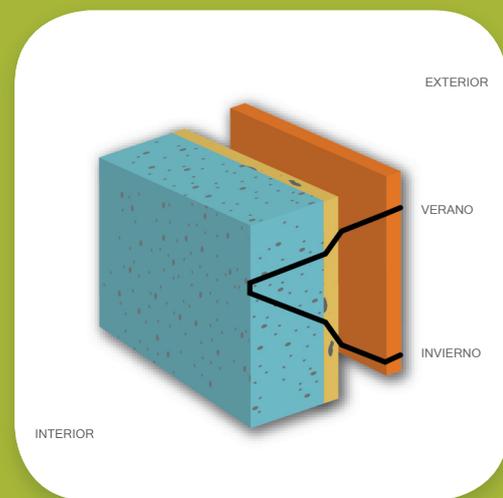


Fig. 2-q: Protección ante cambios de temperatura.

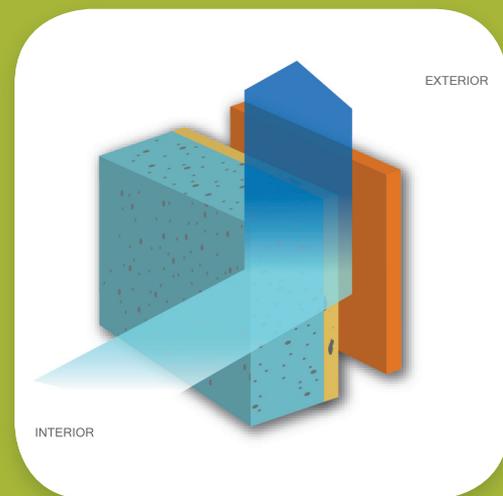
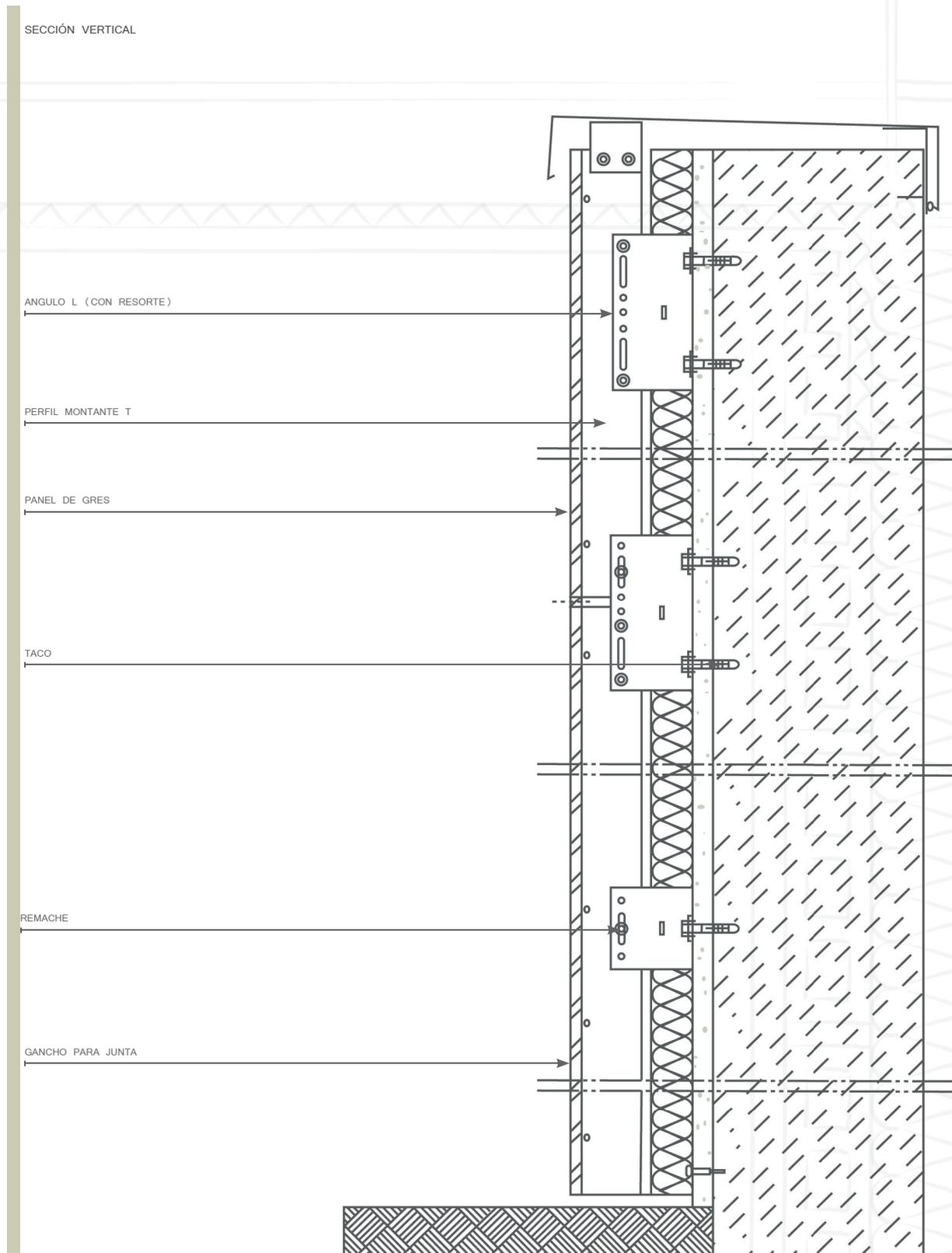


Fig. 2-r: Eliminación de condensación interna.

Otras ventajas del sistema FV son:

- Instalación por medio de faenas en seco.
- Protege la envolvente de los agentes atmosféricos.
- Es de fácil instalación en obra por su nivel de prefabricación.
- Permite intervenir individualmente sobre cada una de las placas de revestimiento.
- Permite utilizar el espacio de aire disponible para el alojamiento de instalaciones y canalizaciones, con la posibilidad de dejar entradas o registros para mantención posterior, sin afectar el funcionamiento del edificio.



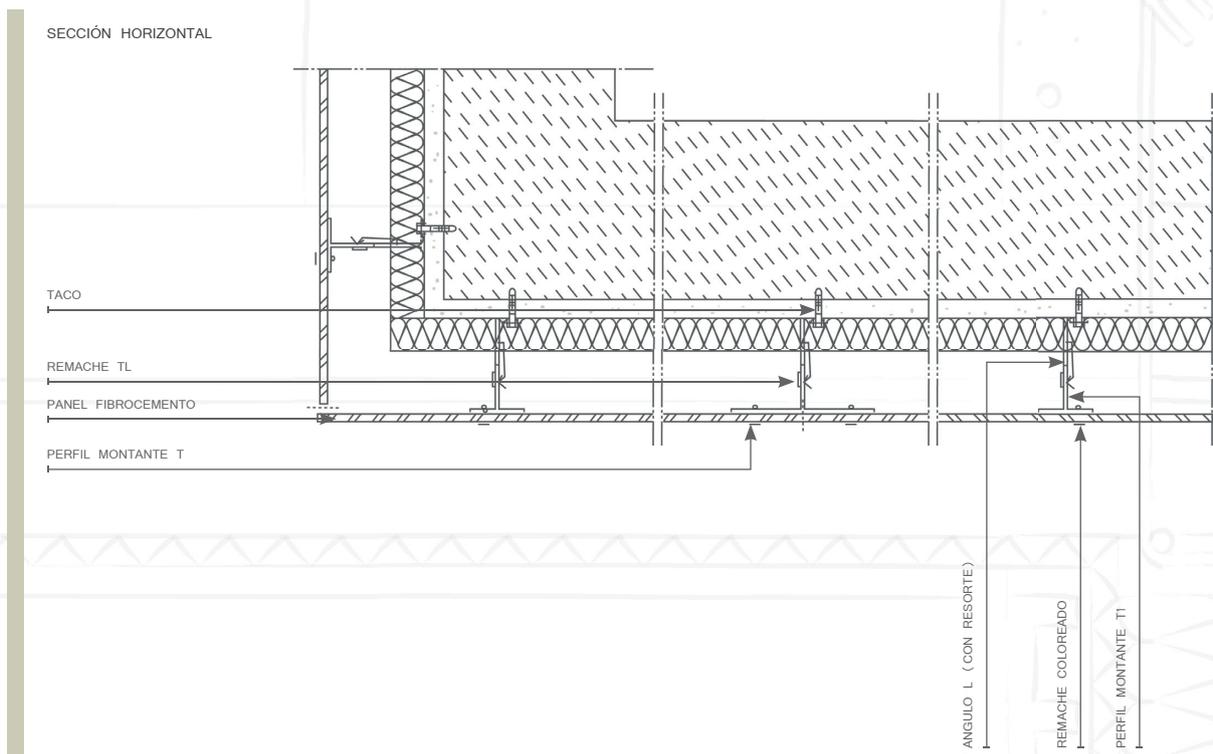


Fig. 2-5: Ejemplo de los componentes de un FV (vistas en cortes vertical y horizontal).

2.2.5 Otros sistemas de aislación térmica exterior

Existen diversas soluciones de aislación térmica exterior que por sus características específicas no se pueden asociar a ninguno de los dos sistemas vistos anteriormente. Estos sistemas serán denominados Sistemas de Fachadas No Ventiladas o FNV.

Las FNV son sistemas de aislación térmica exterior que se pueden utilizar tanto en edificios nuevos como en la rehabilitación o la remodelación de edificios antiguos. Constan principalmente de tres componentes:

- Sistema de fijación, ya sea mecánica, adhesiva o estructural (estructura soportante de madera o metálica).
- Material aislante.
- Revestimiento exterior.

De acuerdo a los componentes, se tienen tres tipos básicos de FNV:

- FNV con estructura soportante y placa de revestimiento o FNV-EP.
- FNV con estructura soportante y revestimiento de aplicación húmeda o FNV-ER.
- FNV de panel compuesto aislante autosportante o FNV-PC.

2.2.5.1 FNV con estructura soportante y placa de revestimiento (FNV-EP)

El sistema de FNV-EP se compone de una estructura soportante fijada a la envolvente, mediante anclajes, y revestida con placas, generalmente de fibrocemento, con material aislante ubicado entre los elementos de la estructura soportante y la placa.

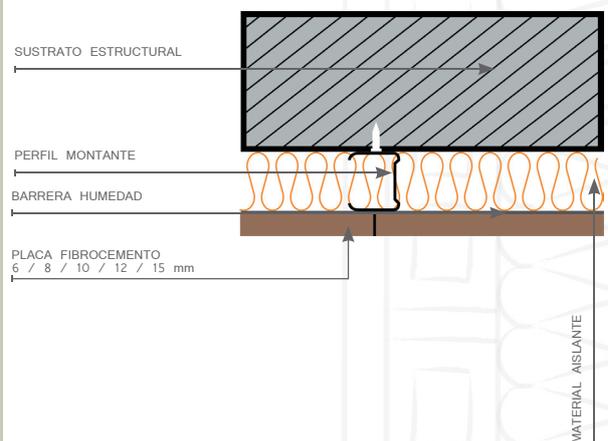


Fig. 2-t: Esquema FNV-EP con montantes de acero (vista isométrica).

2.2.5.2 FNV con estructura soportante y revestimiento húmedo (FNV-ER)

La solución de aislamiento térmico exterior del tipo FNV-ER se compone de un material aislante fijado a una estructura soportante debidamente anclada a la pared exterior a proteger, cubierto por una capa de revestimiento, generalmente acrílico.

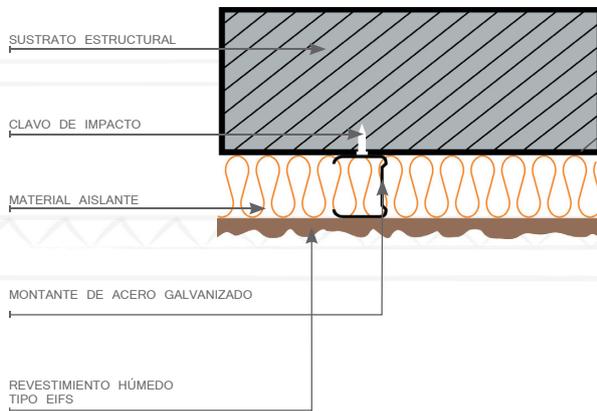


Fig. 2-v: Esquema FNV-EP con montantes de acero (vista isométrica).

2.2.5.3 FNV de panel compuesto aislante autosoportante (FNV-PC)

El sistema FNV-PC consiste básicamente en un panel compuesto aislante autosoportante, que se puede fijar a la envolvente o estructura principal de un edificio, pudiendo ser revestido con placas o con materiales de aplicación húmeda.

Dentro de los sistemas FNV-PC se encuentran dos soluciones distintas:

- FNV-PC con estructura metálica y plancha de EPS: Esta solución consiste en un panel conformado por una plancha de EPS con perfiles metálicos embebidos en ella. El panel puede ser fijado a la envolvente mediante un medio adhesivo o bien puede ser enganchado a la estructura principal del edificio. La terminación de esta solución puede ser variada, pasando desde una terminación tipo EIFS, con morteros modificados, hasta revestimientos de placas de fibrocemento o incluso terminaciones cerámicas.

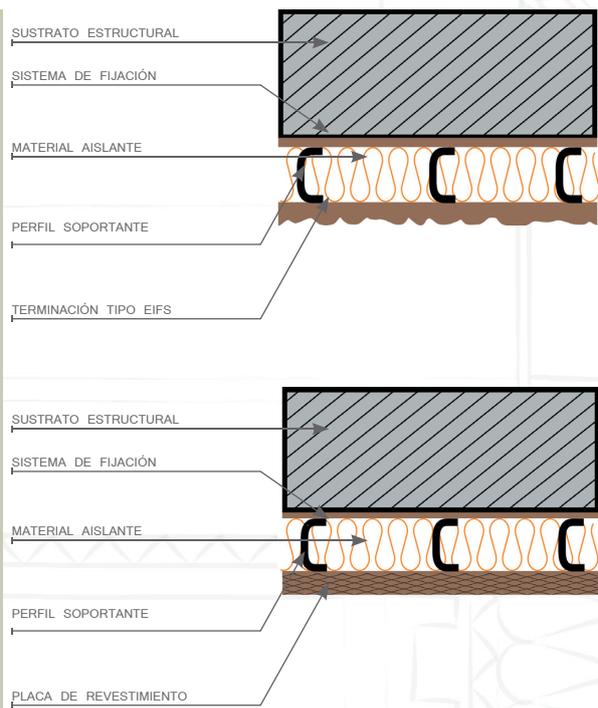


Fig. 2-v: Esquema de solución FNV-PC con estructura metálica y plancha de EPS (vistas corte horizontal).

- FNV-PC con plancha de EPS y placa de fibrocemento: Este sistema consiste en un panel compuesto por una plancha de EPS adherida a una placa de fibrocemento, el cual se puede fijar a la envolvente mediante un sistema adhesivo o por medio de fijaciones mecánicas. Al panel se le puede dar una terminación final por medio de un revestimiento de aplicación húmeda o simplemente dejar la placa de fibrocemento a la vista con alguna terminación de color.

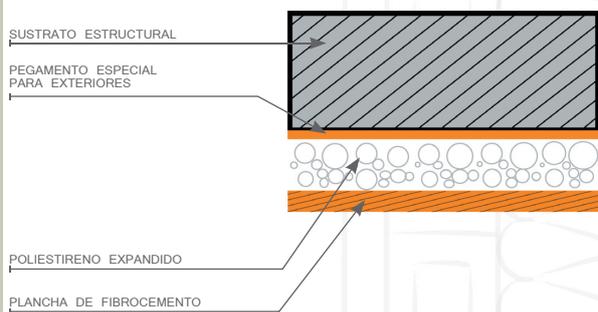


Fig. 2-w: Esquema de solución FNV-PC con plancha de EPS y placa de fibrocemento (vista corte horizontal).

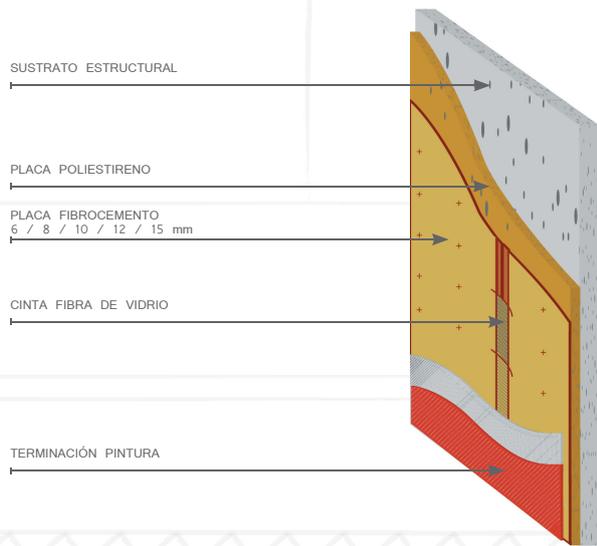


Fig. 2-x: Esquema de solución FNV-PC con plancha de EPS y placa de fibrocemento (vista isométrica).

MANUAL AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Una vez que se ha decidido cuál sistema de aislamiento se va a utilizar en un edificio, es necesario definir cómo se va a instalar, vale decir, qué aspectos se deben tener en cuenta al momento de planificar la instalación y cómo se van a materializar las uniones y juntas entre el sistema y la estructura del edificio.

3.1 Consideraciones acerca del sistema EIFS

Al utilizar un sistema de aislamiento térmico exterior EIFS se deben considerar ciertos factores necesarios para determinar las características básicas del sistema, entre estos factores se encuentran los siguientes:

- Sistemas de fijación e instalación de las placas aislantes.
- Techos y pendientes.
- Subterráneos.
- Sofitos.
- Juntas.
- Guarniciones y cubrejuntas.
- Cabeceros, peanas y botaguas.
- Formas y espesores.
- Penetraciones.
- Objetos sobrepuestos en el muro.
- Barreras contra fuego.
- Barreras de vapor.

A todos estos factores se debe agregar un estudio aparte si es que el sistema se aplica en un edificio existente.

3.1.1 Sistemas de fijación e instalación de las placas aislantes

3.1.1.1 Sistemas de fijación

La selección del sistema de fijación es el primer paso para determinar los detalles de un EIFS. Se puede elegir entre fijaciones mecánicas, adhesivos o ambos.

Para determinar el sistema de fijación, primero se deben reducir las opciones dejando fuera aquellos sistemas que no pueden ser utilizados. En este punto un factor determinante es el clima, por ejemplo, para temperaturas bajo cero, lo recomendable es utilizar sistemas mecánicos de fijación ya que los adhesivos se pueden congelar y resquebrajar. Del mismo modo, se debe determinar la cantidad de diferentes sistemas de sujeción que son necesarios para las condiciones particulares del edificio.

Además, se debe analizar la calidad del sustrato de toda la envolvente, comprobando si es capaz de soportar las fuerzas de succión que podrían producirse. Si el sistema necesitara una alta capacidad a la tracción se recomienda el uso de adhesivo.

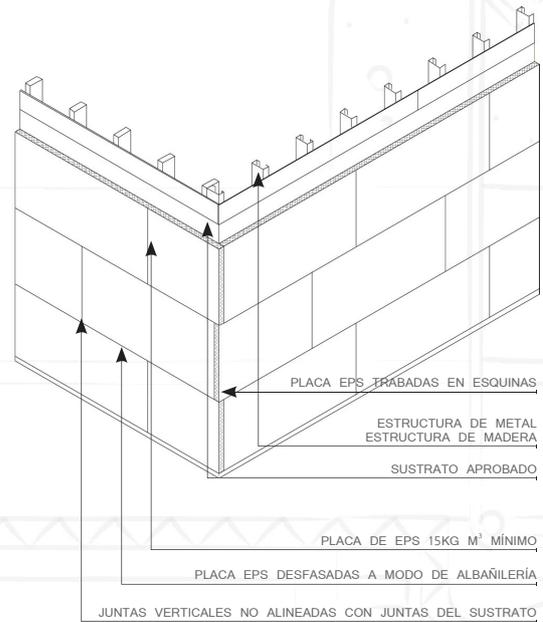


Fig. 3-a: Ubicación de las placas aislantes en EIFS de barrera (fijación por medio de adhesivo), vista isométrica.

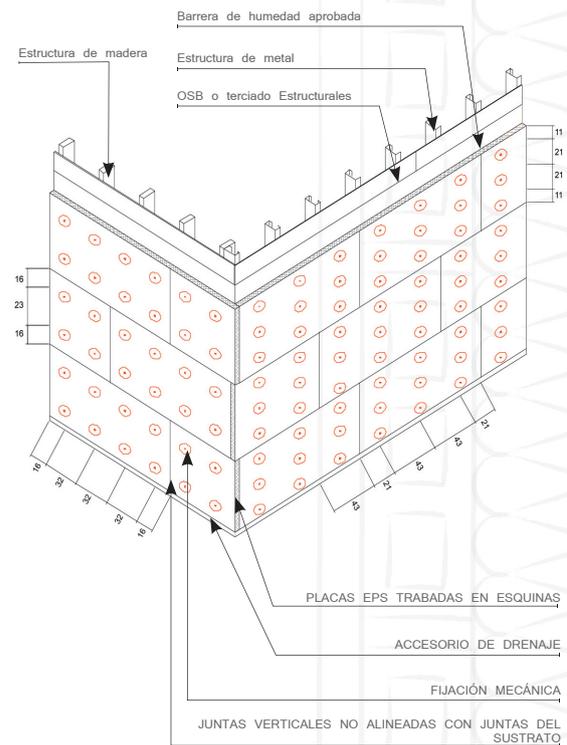


Fig. 3-b: Ubicación de las placas aislantes en EIFS con drenaje (fijación mecánica), vista isométrica.

La incorrecta elección de las sujeciones mecánicas puede causar problemas en sustratos ondulados. Las delgadas placas aislantes se doblarán al seguir el contorno del muro cuando se apriete la fijación, causando irregularidades superficiales poco estéticas, pudiendo crear además puentes térmicos.

3.1.1.2 Instalación de placas aislantes

Los materiales aislantes deben ser correctamente dimensionados de tal forma de que no queden espacios entre una placa y otra, si es que llegasen a quedar huecos, éstos deben ser rellenados con recortes del material aislante, los cuales se deben fijar por medio de algún material adhesivo.

Las placas aislantes se deben colocar desfasadas, a modo de albañilería, cuidando de que las juntas verticales no queden alineadas.

3.1.2 Techos y pendientes

Como el EIFS es un sistema para muros, no funciona bien en elementos extensos y horizontales o inclinados como son los techos u otras pendientes.

En cualquier edificio hay a menudo pequeñas zonas de transición entre muro y techo. Estas áreas pueden presentarse en marcos de ventanas, parapetos, etc. Un par de situaciones suceden cuando el sistema EIFS se somete a condiciones similares a las de techo:

- El agua de lluvia se acumula en las ranuras de la textura de la superficie. La exposición prolongada al agua hace que el acabado se ablande. Cuando el agua se evapora, la suciedad queda y se incrusta en la superficie, produciendo manchas y fomentando el crecimiento de mohos.
- Personal de instalación o equipos pesados pueden apoyarse en las superficies inclinadas, produciendo daños en el sistema.
- Los selladores de juntas a menudo se encuentran en la superficie de la pendiente. Es probable que estos selladores de juntas se desgasten prematuramente, así, eventualmente el sellador fallará y el conjunto se abrirá, produciendo fugas. La forma del talón que forma el sellador actúa como un colector de agua indeseable; si el conjunto se abre, el agua penetra al interior del edificio.

La regla básica es que las pendientes importantes garanticen que el agua de lluvia fluya hacia el exterior.

Una forma de mejorar la resistencia a fugas es

utilizar cubrejuntas o botaguas, siempre que sea una zona pequeña. Para grandes zonas de pendiente no hay soluciones fáciles.

3.1.3 Sofitos

A la parte inferior de un arco, dintel o cualquier elemento saledizo, como una cornisa o cubierta, se le denomina sofito.

El sistema EIFS puede ser utilizado a menudo para pequeñas áreas de sofito, lo que incluye las áreas por encima de las ventanas y puertas. Esto proporciona un aspecto agradable a la vez que también protege al sofito.

Hay varias consideraciones a tener en cuenta:

- Pequeños sofitos suelen considerarse parte del sistema y no se necesitan mayores resguardos, en cambio, grandes áreas pueden ocasionar problemas en cuanto a la seguridad contra incendios. En un incendio un sofito podría estar directamente expuesto al fuego desde abajo. Una vez que la placa de aislación se derrite, no hay nada que le sostenga y el sofito podría derrumbarse.
- Los sofitos son lugares protegidos, de modo que no es probable que la humedad ataque directo desde el exterior; sin embargo, si se produce una fuga más arriba del sofito, el sistema podría verse afectado y el sofito podría venirse abajo. Para que esto no suceda, en los sofitos se recomienda utilizar sujetadores mecánicos junto con adhesivos.

3.1.4 Subterráneos

El sistema de aislación térmica exterior es un revestimiento de muro, y los revestimientos a menudo se extienden al subterráneo. Sin embargo, extender un EIFS a un muro de fundación presenta problemas especiales.

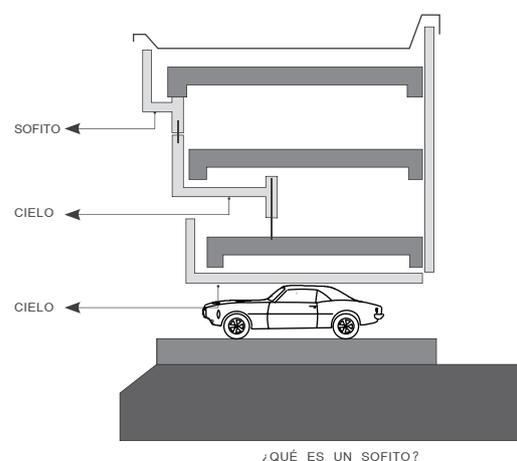


Fig. 3-c: Esquema de sofito.

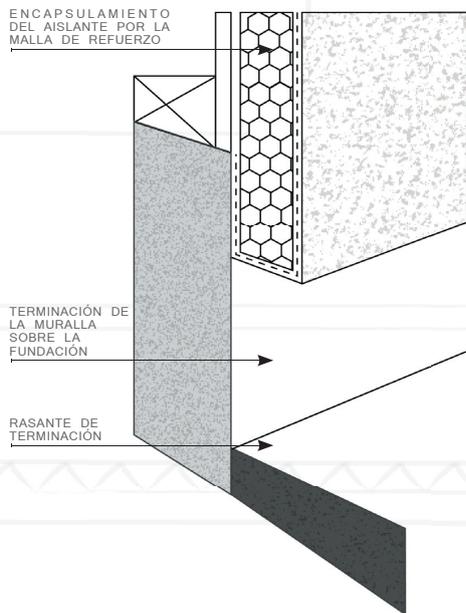


Fig. 3-d: Solución a, encapsulamiento de la placa aislante por la malla de refuerzo, vista isométrica^{vii}.

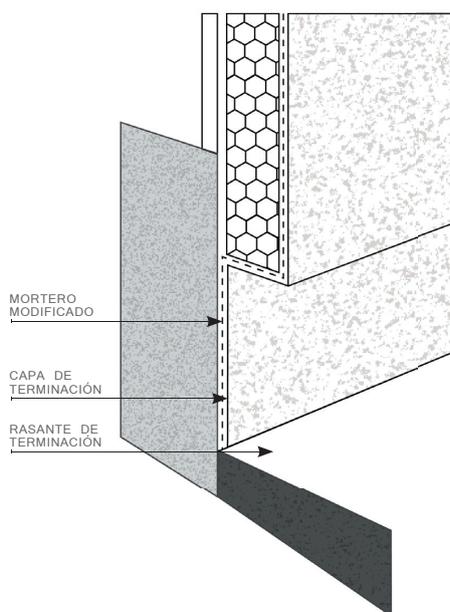


Fig. 3-e: Solución b, traslape de la lámina de EIFS en la fundación, vista isométrica^{viii}.

vii Referencia figura: Guide to EIFS, EIMA, 2000.

viii Referencia figura: Guide to EIFS, EIMA, 2000.

Con frecuencia, la superficie del muro tendrá algún tipo de membrana impermeable, en la cual EIFS no se puede adherir y el uso de sujeciones mecánicas arruina la impermeabilidad de la membrana en los puntos de aplicación.

Una forma de manejar este problema es detener el sistema justo debajo de la rasante de terminación e iniciar la impermeabilización en ese punto. Esto se ve bien y mantiene la impermeabilización normal de la base. Si la base va a ser aislada, entonces se debe utilizar algún otro método diseñado para tal fin.

Existen dos formas de dar una terminación adecuada al sistema en la rasante de terminación:

- Encapsular la placa aislante con la malla de refuerzo con la ayuda del mortero modificado o por medio de un sistema de fijación mecánico.
- Permitir el traslape de las capas base y de acabado en la fundación.

Ambas soluciones se ilustran en las figuras: 3-d y 3-e.

Si el EIFS debe continuar por debajo hacia la fundación, la zona próxima al sistema debe rellenarse con un material que permita un drenaje adecuado.

3.1.5 Juntas

Existen dos tipos de juntas: juntas de dilatación y juntas estéticas. Las juntas de expansión son necesarias para permitir el movimiento de EIFS sin que la lámina se rompa. Las juntas estéticas se utilizan para fines de apariencia y para hacer más fácil la instalación del sistema.

Generalmente no se necesitan juntas excepto en los siguientes casos:

- Cuando se produce una junta en el sustrato.
- Cuando cambia el tipo de sustrato detrás del EIFS.
- Cuando la deformación del sustrato es mayor al 1/180 de la luz por cargas de viento, deformaciones hídricas, dilataciones térmicas, movimiento por acción mecánica u otras.
- En los puntos de concentración de tensiones.
- En las líneas de piso en estructuras de madera.
- En líneas de cambio de estructuras y/o materiales.

Las juntas estéticas se usan en los siguientes casos:

- Para definir zonas del muro con fines de apariencia, como la creación de módulos en un edificio.
- Cuando se detiene el proceso de instalación para retomarlo un tiempo después. Esta función no debe subestimarse, ya que tiene implicaciones prácticas durante la construcción.

Las juntas estéticas no atraviesan todo el espesor del sistema aislante aunque pueden penetrar hasta 18 mm de la parte posterior de la placa aislante.

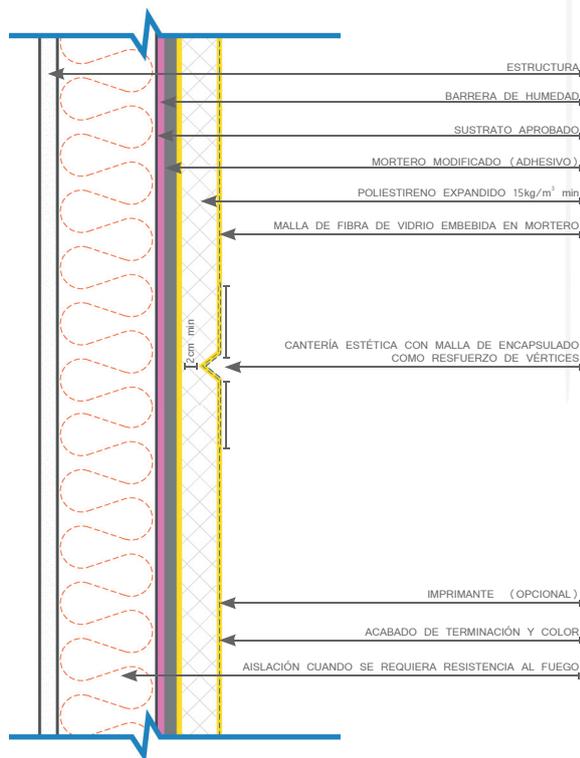


Fig. 3-f: Tratamientos de juntas estéticas en EIFS (vista corte vertical).

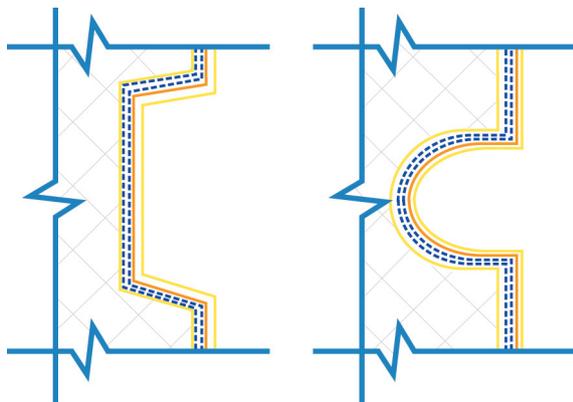
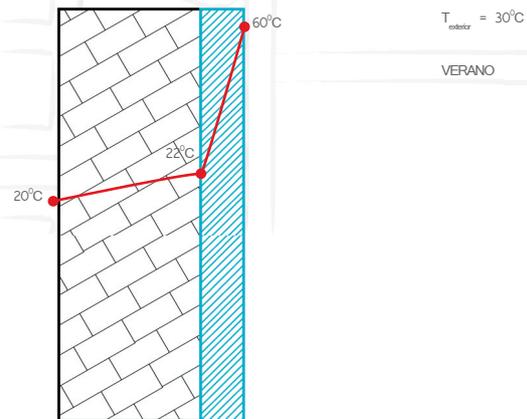


Fig. 3-g: Diseños alternativos de canterías o juntas estéticas (vista corte vertical).

Las juntas estéticas crean un plano de debilidad en el muro, por esta razón la utilización de las juntas estéticas en el medio de un gran paño debe considerarse cuidadosamente. Normalmente es mejor hacer esas juntas como una junta de expansión. Esto es especialmente necesario cuando existen tensiones extremas en la lámina debido a grandes oscilaciones de temperatura, u otros movimientos del muro.

Un EIFS tiene un alto coeficiente de expansión térmica (dada su condición de aislante porque disipa muy poco la radiación que pudiese absorber) por lo cual se necesitan juntas, especialmente en muros de gran tamaño.

EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA DE LA AISLACIÓN EXTERIOR PUEDE LLEGAR A SER MUY ALTO DEBIDO A QUE EL AISLANTE DISIPA MUY LENTAMENTE EL CALOR ABSORBIDO POR RADIACIÓN SOLAR, POR ELLO ES RECOMENDABLE UTILIZAR UNA TERMINACIÓN EXTERIOR DE COLOR Y SUPERFICIE CON UN ALTO GRADO DE REFLECTANCIA.



EN ESTE ESQUEMA SE EJEMPLIFICA CÓMO PUEDE VARIAR LA TEMPERATURA EN UNA ENVOLVENTE AISLADA EXTERIORMENTE, TANTO EN VERANO COMO EN INVIERNO.

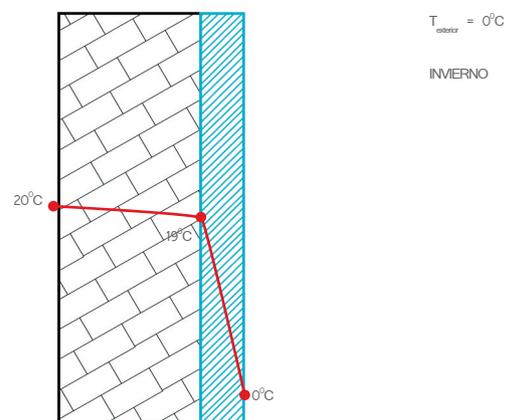


Fig. 3-h: Temperaturas en un muro aislado exteriormente (vista corte vertical)

3.1.6 Guarniciones y cubrejuntas

Una de las características agradables del sistema es tener un aspecto libre de guarniciones o cubrejuntas en su perímetro. Esto incluye áreas como los cabeceros de ventanas, peanas y parapetos.

Si bien es posible proyectar un caso sin cubrejuntas en absoluto (que se realiza con frecuencia), el uso de ellas tiene muchas ventajas. La principal es la protección extra de fugas. Sin cubrejuntas, el sellado es lo único que mantiene el agua fuera del sistema. El sellado no tiene larga duración y en algún momento el conjunto se abrirá y el agua tenderá a entrar ocasionando serios problemas. Hay varias zonas en los edificios donde es necesario colocar cubrejuntas y/o esquineros:

- Antepechos: Un antepecho libre de guarniciones se ve elegante y no presenta obstáculos en la parte superior del muro; lamentablemente, este lugar está muy expuesto a los efectos del clima y es muy vulnerable a la entrada de agua. Se recomienda para estos casos utilizar bandas moldeables semiadhesivas.
- Cabeceros y peanas en aberturas: La clave en las aberturas es mantener el agua fuera de ellas y utilizar botaguas.
- La parte superior de un muro con EIFS a menudo se acerca a la orilla del techo o parapeto. Para obtener un buen sellado es necesario un cubrejunta.
- En lugares de clima frío y húmedo suelen producirse problemas de moho en peanas. El crecimiento de moho es promovido por la retención de agua dada su textura y acabado, por ello es recomendable instalar bandas moldeables semiadhesivas, de superficie lisa, que ayuden a drenar el agua.

3.1.7 Cabeceros, peanas y botaguas

Los cabeceros y las peanas son una de las áreas clave que requieren atención en el diseño del sistema, especialmente para protegerlas de la filtración del agua, del daño y del agrietamiento.

Un concepto importante es el de tratar de mantener el agua lejos de las aberturas de diseño, esto implica los cabeceros y las peanas de todas las aberturas, como puertas, ventanas y similares.

Debido a que muchas de las terminaciones se ven afectadas por el contacto prolongado con el agua, lo que puede producir la reducción del vínculo del sellador, es importante mantener el agua fuera de la zona común. La principal forma de

hacerlo es por la geometría de la junta y el uso de bota gotas y cubrejuntas. Por ejemplo, sofitos con pendiente invertida son fuentes de filtraciones, ya que llevan el agua directamente a la zona de sellado.

3.1.7.1 Cabeceros

La clave en los cabeceros está en utilizar algún tipo de mecanismo de drenaje o bien un elemento que ayude a evacuar el agua, como cubrejuntas o surcos de drenaje, o lograr que la geometría sea tal que queden libres del ataque directo del agua. Un buen diseño de drenaje considera todos los bordes de la estructura agudos de tal manera que el agua escurra convenientemente. Los bordes redondeados no funcionan bien pues el agua se desliza retornando a la zona del sofito.

3.1.7.2 Peanas

Al igual que los cabeceros, las peanas son una zona donde el agua se tiende a acumular. Además, están sujetas a daños físicos por escaleras de mano u otros elementos. Por otra parte, las peanas se ubican en la parte inferior de una ventana y las ventanas en sí mismas tienen sus propios problemas con la impermeabilidad.

El truco con las peanas es mantener el agua lejos del EIFS por medio de plataformas con pendiente pronunciada, y protegerlos de daños utilizando bandas de molduras semiadhesivas.

El sistema EIFS tiene por norma usar pendientes 2:1, vale decir por cada 2 unidades horizontales, 1 vertical. Esta práctica permite peanas libres de cubrejuntas.

Los europeos a menudo usan cubrejuntas que se extienden bajo los bordes del EIFS en el marco superior. Esto mantiene el agua lejos de la peana.

3.1.7.3 Aberturas en general

Uno de los principales problemas de las aberturas diseñadas es su proceso de construcción. En particular, esto incluye la secuencia de la instalación de los materiales.

Las molduras son una gran ayuda para conseguir una protección adecuada contra el agua en los bordes del sistema, aunque a menudo requieren que tanto los cubrejuntas como el EIFS se instalen antes de las ventanas. Esto generalmente no es posible pues, con frecuencia, se instalan las ventanas primero, lo que es un error cuando se utiliza EIFS. Por lo tanto, se hace muy difícil ubicar un cubrejuntas en el espacio entre el marco y el EIFS una vez que la ventana está colocada. En este punto es necesaria una buena coordinación entre los instaladores de ventanas y los instaladores de EIFS.

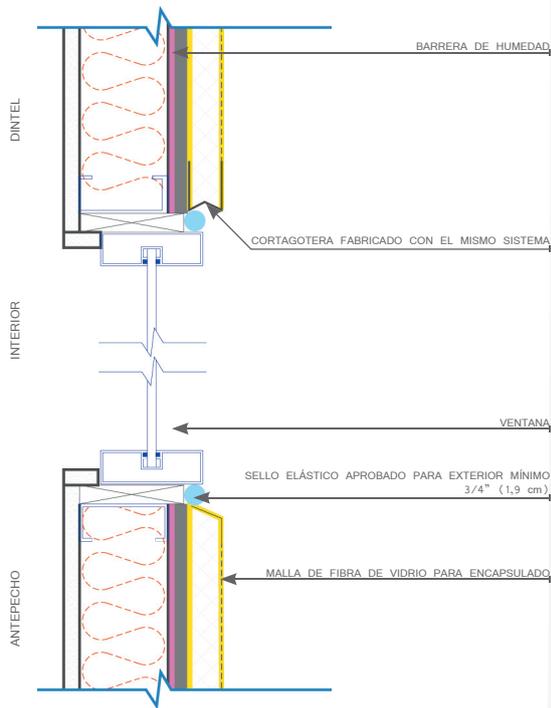


Fig. 3-i: Detalle constructivo de encuentro con vanos, sistema EIFS de barrera, (vista corte vertical).

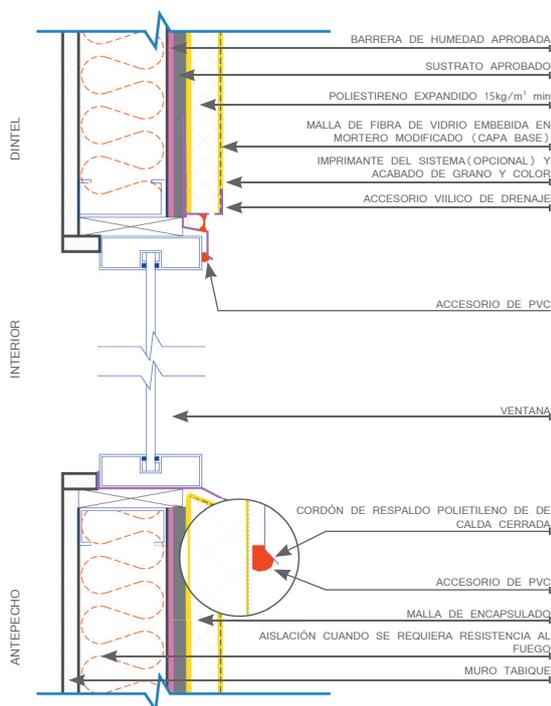


Fig. 3-j: Detalle constructivo de encuentro con vanos, sistema EIFS con drenaje, (vista corte vertical).

3.1.7.4 Refuerzos de esquinas

Las esquinas son puntos débiles en el sistema EIFS, dada la baja resistencia mecánica del EPS, por lo que son muy utilizados los refuerzos en tales lugares, lo que se consigue con esquineros de PVC ubicados bajo la malla de refuerzo o con la colocación de doble malla.

En vanos de puertas, ventanas y pasadas, las tensiones en la lámina son más altas debido a la discontinuidad de ésta, concentrándose las tensiones a 45° de la esquina. Lamentablemente, la malla de refuerzo es más débil diagonalmente.

Se necesita pues un refuerzo extra en las esquinas para evitar grietas. Esto se consigue colocando tiras diagonales de malla de refuerzo en las esquinas, además de la malla regular.

Disposición de refuerzos en esquinas en sistema EIFS con drenaje.

Este refuerzo extra es necesario en todas las aberturas, como puertas, ventanas, y otros. La malla extra puede ser colocada en la parte superior de la placa aislante o en la parte superior de la capa base.

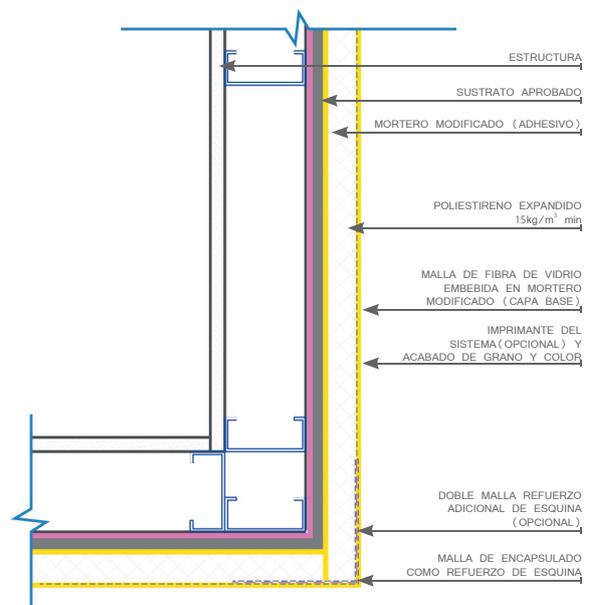


Fig. 3-k: Detalle constructivo de refuerzo de esquina en EIFS, (vista corte horizontal).

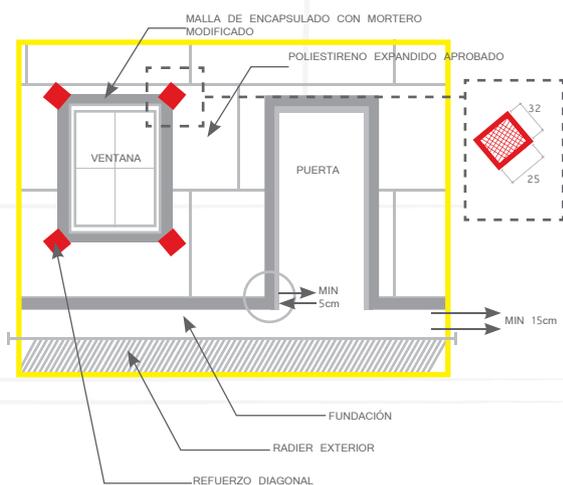


Fig. 3-l: Disposición de refuerzos en esquinas en sistema EIFS de barrera, (elevación).

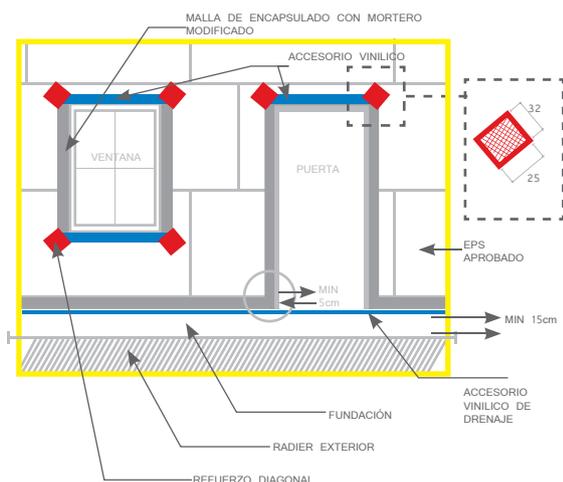


Fig. 3-m: Disposición de refuerzos en esquinas en sistema EIFS con drenaje, (elevación).

3.1.8 Formas y espesores

Un punto importante al detallar un EIFS es la determinación del espesor de la placa aislante y la forma final que debe tener el muro.

3.1.8.1 Espesor del aislamiento

La decisión sobre el espesor de la placa aislante se basa en los requisitos de las disposiciones reglamentarias, OGUC artículo 4.1.10 como mínimo y el cálculo de la misma acudiendo a la NCh 853 para el valor de R de todo el muro, el nivel deseado de ahorro de energía y la estética.

El espesor mínimo de la placa aislante para el sistema EIFS es el máximo entre 20 mm (mínimo

necesario para una adecuada amortiguación entre el sustrato y la lámina) y la cantidad necesaria para cumplir con la reglamentación según la zonificación térmica del país. Este mínimo se aplica en todos los lugares de la placa aislante, incluso en la parte inferior de las ranuras estéticas.

En EE.UU. se limita el máximo a un espesor a 4". Se pueden considerar espesores mayores a 4" siempre que se fundamente técnicamente. Se debe tener en cuenta que los espesores están comprendidos entre 20 mm y 100 mm ($\frac{3}{4}$ " y 4" aproximadamente).

3.1.8.2 Perfiles de espuma preformada

Una de las características interesantes del EIFS es que se pueden elaborar superficies en el muro por medio del contorno de la superficie de la placa aislante. Esto permite fachadas de fantasía a una fracción del costo de otros materiales.

El término "perfil de espuma" se refiere a una pieza de material aislante de una forma especial que se utiliza para proporcionar algún tipo de estética característica del muro. Los ejemplos incluyen marcos de las ventanas, señalizaciones, pilastras, simulaciones de piedra esculpida, logotipos, etc.

Los perfiles de espuma se instalan uniéndolos al sustrato o encolándolos a una base de aislante previamente instalada. Las formas que se desean también se pueden hacer "socavando" el espesor de la placa aislante, logrando una forma negativa o de bajo relieve, cuidando siempre que el espesor del aislante total no sea inferior al de cálculo.

3.1.8.3 Muros curvos

Los muros con EIFS también pueden ser curvos y hay varias maneras de producir este efecto:

- Piezas delgadas de aislantes pueden doblarse en torno a una curva propia del sustrato. Las piezas dobladas se conservan temporalmente en el lugar con sujeciones mecánicas hasta que el adhesivo se seca.
- Gruesas piezas de aislante se romperán si se curvan en torno a un radio pequeño. Para evitar esto, se pueden hacer múltiples cortes a intervalos convenientes en la parte posterior de la placa aislante utilizando una sierra, router o un cortador de alambre caliente.
- Las placas aislantes pueden fabricarse curvadas de modo de seguir la curva del sustrato.

3.1.9 Penetraciones

Se entiende por penetraciones aquellos elementos que atraviesan el EIFS. Esto incluye tuberías, instalaciones eléctricas, soportes estructurales, etc. Varios aspectos de las penetraciones requieren atención:

- El perímetro de la penetración debe ser sellado para evitar la entrada de agua y las fugas de aire.
- A menudo, el objeto penetrante se expande, se contrae, se desvía o vibra. Este movimiento tiene que ser analizado y manejado.
- Se debe considerar, además, la temperatura de ductos, por ejemplo, ductos de ventilación de calderas.

Las penetraciones pueden agruparse en tres categorías básicas:

- Las pequeñas penetraciones son muy comunes. Un ejemplo sería un solo conducto de cables eléctricos. El problema con las pequeñas penetraciones es que la relación entre el diámetro del agujero y el espesor de la placa aislante es tan baja que el borde no puede ser envuelto.
- Las grandes penetraciones son también comunes. Un ejemplo sería un gran conducto. Un simple calafateo es a menudo inadecuado en grandes penetraciones. Por ejemplo, si hay una gran cantidad de conductos puede ser común que vibren. El sellado a veces no puede soportar la cantidad de movimiento que se produce. En tales casos, es mejor un sistema mecánico de cierre.
- La agrupación de penetraciones algo separadas puede debilitar el sistema, siendo difícil obtener un sello duradero. En tal caso, es mejor reunir el grupo de penetraciones de tal forma que pasen por una única abertura.



Fig. 3-n: Ejemplo de penetración y tratamiento^{ix}.

^{ix}Referencia figura: Guide to EIFS, EIMA, 2000.

Siempre que se tengan penetraciones, éstas deben ser diseñadas de tal manera de no producir puentes térmicos, aislando adecuadamente los conductos responsables de la penetración.

3.1.10 Objetos sobrepuestos en el muro

Los objetos sobrepuestos en el muro son objetos que se han montado en la superficie exterior del EIFS. Esto no significa que se adhieren a la lámina, más bien significa que el objeto está por lo menos en contacto con ella.

Ejemplos pueden ser signos, bajadas, barandas, luminarias, cajas de alarmas, timbres, topes de puerta, etc.

Se debe tener un especial cuidado al momento de instalar objetos sobrepuestos, ya que la lámina no tiene la fuerza suficiente para resistir cualquier tipo de carga; prácticamente todo debe estar unido a través del EIFS a la parte estructural del sistema de sustrato.

Al hacer fijaciones a través de un EIFS se debe tener cuidado de no aplastar el sistema cuando se aprieten las fijaciones mecánicas del montaje. Se pueden ocupar separadores embebidos en el aislante para mantener la firmeza del sistema.

Todos los objetos sobrepuestos tienen que ser sellados en torno a su perímetro. Esto es especialmente importante en la parte superior por donde el agua fluye hacia abajo en el muro y tiende a quedar presa en el accesorio. Además, los objetos sobrepuestos pueden vibrar, desviarse, contraerse o dilatarse por lo que el sellador a utilizar debe ser capaz de soportar estos cambios.

Si se tiene un gran número de elementos sobrepuestos en una zona, se recomienda localizarlos en un marco externo y adjuntar luego el marco al sustrato por medio de unas pocas penetraciones, que se sujetan a la estructura portante o muro directamente sin cargar la aislación, debiendo proyectarse antes de la ejecución del EIFS. Si se tiene un gran número de elementos sobrepuestos en una zona, se recomienda localizarlos en un marco externo y adjuntar luego el marco al sustrato por medio de unas pocas penetraciones, que se sujetan a la estructura portante o muro directamente sin cargar la aislación.

Se debe asegurar que el sistema usado para la instalación sea resistente a la corrosión para que no afecte al EIFS. Para ello se recomienda el uso de plástico o acero inoxidable.

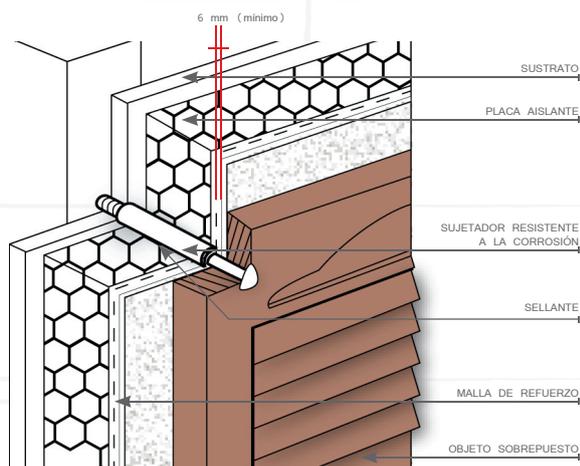


Fig. 3-ñ. Ejemplo de objeto sobresueto en EIFS, (vista isométrica)*.

3.1.11 Barreras contra el fuego

Las barreras contra incendio o los materiales resistentes al fuego se utilizan para proteger la espuma aislante de plástico contra los incendios. Las espumas aislantes de plástico utilizadas en la construcción son combustibles por tanto deben tratarse para convertirlas en autoextinguibles. En legislaciones extranjeras están específicamente reguladas por los códigos de la construcción, estos exigen que las espumas estén separadas del interior de la construcción por un material que resista al fuego 15 minutos como mínimo. Conviene que el espesor del aislante no supere las 4" (10 cm aproximadamente) de tal manera de restringir la carga combustible por unidad de superficie (ver punto 4.3, Protección contra el fuego).

Al instalar un EIFS se debe asegurar que la barrera contra incendios cubra todo el interior.

3.1.12 Barreras de vapor

Una barrera de vapor es un material laminar que se utiliza para dificultar el flujo de vapor de agua en el muro. El propósito es evitar la condensación en el interior del muro. Se usan generalmente en lugares donde se producen heladas.

¿Dónde colocar la barrera de vapor?

En muros de entramado:

- Poner el aislante térmico en la cara interior de la cavidad. Se recomienda usar lana mineral o de vidrio dada su incombustibilidad.

*Referencia figura: Guide to EIFS, EIMA, 2000.

- Poner una lámina barrera de vapor entre el muro entramado y la placa de yeso-cartón.
- Poner una placa de yeso-cartón.
- Utilizar una cubierta interior de muro.
- Aplicar una pintura antihumedad si las cualidades de la placa interior lo ameritan.

En muros sólidos:

Si es necesario, aplicar una barrera de vapor en la cara interior del muro, entre el revestimiento interior y el muro.

Es fundamental que la barrera de vapor sea continua, sin interrupción, sobre todo en el límite superior e inferior y alrededor de las penetraciones en el muro tales como enchufes eléctricos, telefonía, etc.

Incluso los pequeños agujeros pueden dejar pasar grandes cantidades de humedad, llegando al muro por medio de corrientes directas de aire; en este sentido el diseño y la buena mano de obra es un factor clave.

A veces se necesitan barreras de vapor por el exterior del muro. Esto puede ser necesario en climas calurosos y húmedos donde se refrigeran los ambientes interiores. En tal caso se necesita hacer un estudio acucioso de los ciclos de condensación.

3.1.13 Reacondicionamiento de edificios

El reacondicionamiento o la remodelación de edificios presenta uno de los mejores usos de la aislación exterior (EIFS, FV y FNV) y también los mayores desafíos. Esto se debe a que el número de opciones para las cuales se detallan las readaptaciones a menudo son limitadas. Hay muchos detalles especiales que se deben tener presentes.

3.1.13.1 Sustratos

¿Es adecuado cualquier sustrato para fijar un EIFS? Algunos tipos de revestimiento deben ser eliminados o alterados antes de aplicar el EIFS. Dado que el sistema adhesivo depende por entero de la unión a la superficie es necesario considerarlo primordialmente.

A veces la solución es quitar el revestimiento, empezando de cero (sustrato desnudo), aunque esto es poco práctico por razones de costo, ruido, escombros, etc. La adhesión al revestimiento existente se puede hacer, pero es con frecuencia arriesgada. Se pueden hacer pruebas previas con adhesivos. Esto no significa sólo una o dos pruebas; es necesario determinar cuáles son los sustratos existentes en la envolvente en los que se instalará el EIFS y hacer pruebas sobre cada uno de ellos.

Las pruebas incluyen la fijación del EIFS al sustrato, de tal manera de determinar cuánta fuerza es necesaria para removerlo. Si se utilizan adhesivos, la fortaleza de la unión del adhesivo a la superficie deberá ser superior cualquiera que sea el vínculo entre las capas que están debajo de ella y la fortaleza de la propia placa aislante. Si hay alguna duda acerca de la calidad de la adherencia, las pruebas deben repetirse. Si los resultados siguen siendo malos, se recomienda cambiar el método de fijación a utilizar. Esta es un área en la que sujeciones mecánicas son realmente eficaces, frecuentemente son la única manera de obtener una fijación confiable.

3.1.13.2 Integridad estructural

La integridad general estructural del muro es fundamental. La colocación de un EIFS no puede lograr que un muro estructuralmente dañado quede como nuevo. El aislamiento exterior, sin embargo, tiende a estabilizar el muro desde el punto de vista de las fugas térmicas y de agua. Esto puede ser un factor importante en la selección del EIFS sobre otros métodos de reacondicionamiento.

La condición estructural de los muros tiene que ser evaluada. En particular, si se trata de la condición de edificios viejos de albañilería o de hormigón. Si se estima necesario, la construcción debe ser reparada estructuralmente antes de instalar un EIFS.

3.1.13.3 Elementos proyectados

Los elementos estructurales o estéticos proyectados sobre la superficie del sustrato tendrán que ser eliminados o rodeados, siempre identificándolos adecuadamente. Se debe comprobar qué objetos se pueden eliminar y cuáles se deben re-adherir.

En el reacondicionamiento de edificios las ventanas presentan un gran desafío. El sistema EIFS aumenta el espesor de los muros y tiende a hacer que las aberturas de las ventanas luzcan más hundidas. Si se están colocando ventanas nuevas, el EIFS exige preocuparse como si fuese una nueva construcción. A veces es más fácil reemplazar las ventanas viejas por nuevas.

3.1.13.4 Transición muro-techo

¿Cómo considerar la unión del muro con el techo? A veces, los techos tienen una pequeña pendiente y el aumento en el espesor del muro podría prolongarse más allá de la línea de techo. Esta área es propicia para fugas y, a menudo, tiene un aspecto extraño. El borde del tejado podría tener que ser reconstruido de manera que se extienda más allá del plano del muro. En estos casos, es necesario colocar bandas moldeadas (junquillos) en la parte superior.

3.1.13.5 Juntas existentes

Se deben tener siempre presentes las juntas de dilatación existentes en el muro en las cuales el EIFS deberá también tener sus propias juntas de dilatación.

3.1.13.6 Protecciones adicionales

Tanto en edificios nuevos como en edificios existentes que se desean reacondicionar, se debe incluir una malla de refuerzo adicional cerca de pasarelas, puertas, entradas, etc. Mejor aún, se debe considerar la instalación de algún tipo de amortiguador de impactos o buffer en frente del EIFS, de tal manera de defenderlo de impactos o fuertes roces que lo afectarían. También es recomendable instalar tubos de acero rellenos de hormigón en las entradas de vehículos para proteger el EIFS de posibles golpes.

3.2 Consideraciones en FV

En la planificación de una FV como sistema de aislación exterior se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Características y propiedades de la capa interior del cerramiento.
- Tipo de sistema soportante de la FV, características de las fijaciones a la estructura del edificio.
- Tratamiento de juntas de las uniones propias del sistema.
- Paramento o revestimiento exterior.
- Accesorios necesarios para dar una terminación adecuada al sistema.

3.2.1 Características de la capa interior del cerramiento

Las propiedades de la capa interior del cerramiento indican las características que debe tener el sistema de fachada ventilada a instalar, es decir, el tipo de sistema soportante que se debe utilizar.

Un sistema de aislación del tipo FV debe cumplir con tres requisitos esenciales: planeidad, estabilidad y estanqueidad al aire y al agua.

Estos requerimientos pueden ser satisfechos por la capa interior del cerramiento o por el sistema de fachada propiamente tal y es por ello la importancia de determinar las características que debe poseer, en el caso de un edificio en construcción, o que posee, en el caso de un reacondicionamiento, la capa interior del cerramiento.

La primera función, la estanqueidad al aire, es poco analizada en la fachada pesada puesto que la asume con facilidad la capa interior de albañilería u hormigón. Al utilizar soluciones más ligeras, esa estanqueidad merece más atención. Se debe recordar que la cámara de aire está sometida a cambios de presión provocados por el viento, con lo que cualquier perforación de un tabique interior puede producir intercambios de aire con el espacio habitable. Este problema se ha dado en fachadas en las que la capa interior se reduce a una lámina simple de yeso-cartón perforada por cajas de instalaciones eléctricas u otras similares.

La estabilidad frente a las acciones del viento, la segunda función, también es asumida con facilidad por la albañilería o el hormigón de la capa interior. Al utilizar soluciones más ligeras, esa función pasa a ser responsabilidad de algún otro elemento con capacidad estructural, como pueden ser montantes metálicos o láminas con cierta capacidad mecánica, que se sitúan tanto insertos entre losas como tendidos por el exterior de sus cantos.

Sin embargo, la planeidad de la capa exterior, la tercera función, no es inmediata en la solución de capa interior pesada. Si no se ha levantado la albañilería con un control general de la nivelación en el conjunto de toda la fachada, tendrá que ajustarse con el anclaje de la capa exterior.

Dados estos tres requisitos se pueden tener tres tipologías para sistemas de fachadas ventiladas:

- Planeidad exterior; estanqueidad y estabilidad en la capa inserta.
- Estabilidad y planeidad externas; estanqueidad en la capa inserta.
- Estanqueidad, resistencia y planeidad exteriores: Capa intermedia.

3.2.1.1 Planeidad exterior; estanqueidad y estabilidad de la capa inserta

La industria ha ido desarrollando anclajes cada vez más complejos para permitir una más fácil regulación, pero se está extendiendo progresivamente el uso de unos perfiles guías intermedios que permiten asegurar mejor planeidad general a la capa exterior. Los perfiles guías tienen que ser

capaces de soportar la carga vertical de la capa exterior y de transmitir a la interior las acciones del viento o el sismo. Es habitual que se apoyen también en la capa interior, si es de albañilería u hormigón, para poder reducir su inercia y por lo tanto su coste.

Cada anclaje se fija a un montante en posición vertical que, a su vez, se fija a la superficie interior. Esta solución aporta grandes mejoras a la hora de conseguir la planeidad de la fachada ya que, asegurando la verticalidad y coplanaridad de los montantes, queda dibujado el plano de fachada.

Los montantes se resuelven con perfiles en “T” u “Ω”. Existen también perfiles tipo guía por los que se puede desplazar el anclaje hasta la posición adecuada. Todos estos perfiles son, por lo general, de aluminio o de acero galvanizado.

La disposición de montantes verticales entre el anclaje a la placa y la capa portante posterior facilita la nivelación en las coordenadas Y y Z, así como minimiza el número de puntos de perforación de la capa interior.

3.2.1.2 Estabilidad y planeidad externas; estanqueidad en la capa inserta.

La capa interior pierde su responsabilidad mecánica y suele reducirse a un tabique ligero. Generalmente es un multicapa formado por una lámina de yeso-cartón al interior y un tablero de cemento o fibrocemento al exterior. Unos montantes, de una capacidad mecánica suficiente como para asumir las cargas del viento y el sismo, se colocan en los bordes de las losas. A su perfecta colocación se encomienda también la planeidad. La capa exterior cuelga de esos montantes, que tienen que transmitir a las losas sus acciones horizontales y verticales.

3.2.1.3 Estanqueidad, resistencia y planeidad exteriores: Capa intermedia

Este tipo presenta un cambio radicalmente innovador. Fuera del canto de las losas debe aparecer algún tipo de superficie continua que garantice la estanqueidad al aire. Entre las losas sólo queda un trasdosado como acabado interior. Entre ambos pueden disponerse las instalaciones, puesto que esa cámara no está en contacto con el exterior.

Dentro de este tipo, la solución más simple consiste en colocar unos montantes que asumen la resistencia mecánica y la planeidad como en el caso anterior, y luego disponer sobre ellos una lámina continua para conseguir la estanqueidad al viento. La importancia y continuidad de esta lámina, siempre separada de la capa exterior por la cámara ventilada, hace que se pueda hablar de una capa central.

En Chile, dado que la mayoría de las construcciones son hechas en base a estructuras de albañilería u hormigón armado, el sistema de fachada ventilada más idóneo es aquel en el cual la lámina interior del cerramiento aporta la estabilidad al sistema y la estanqueidad al aire, mientras que la capa exterior proporciona la planeidad.

3.2.2 Sistema soportante y fijaciones estructurales

El principio de proyectar una FV radica en la autonomía estática de cada una de las placas de revestimiento del paramento y en la eliminación del mortero de fijación.

Al no quedar directamente adherida al soporte estructural, la placa de revestimiento puede dilatarse libremente, independientemente de los movimientos del soporte estructural, y seguir, además, los asentamientos y las oscilaciones del edificio gracias al grado de elasticidad de las fijaciones. En la siguiente figura se pueden distinguir tanto las placas de revestimiento como el sistema de soporte estructural (perfiles y travesaños).



Fig. 3-o: FV en instalación.

Los sistemas de fachada ventilada pueden dividirse en dos grupos según el tipo de fijación de los módulos a utilizar:

- Ganchos visibles (GHV).
- Ganchos invisibles (GHS).

La principal diferencia entre los dos grupos, desde un punto de vista constructivo, está en el tipo de fijación estructura-placa, en la utilización de una estructura horizontal de travesaños interpuestos entre montantes y accesorios de fijación en los sistemas GHS.

Dentro de cada grupo pueden utilizarse guías, montantes y travesaños con perfiles de distinta forma y dimensión según el tipo de muro portante. Las dimensiones y peso de cada módulo y de las cargas específicas del viento, son los únicos parámetros que determinan la utilización de una escuadría y tipo de fijación.

Es importante, al momento de instalar la estructura portante, que los perfiles queden correctamente alineados, ya que de esta manera se puede obtener una fachada recta y coplanar.

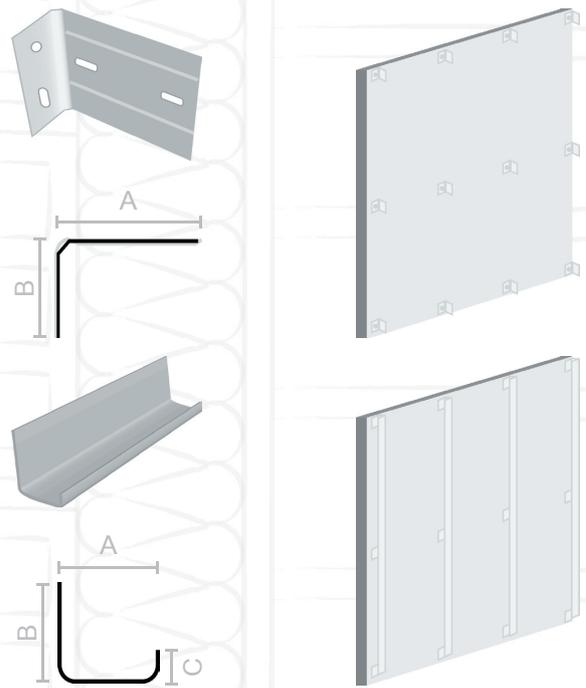
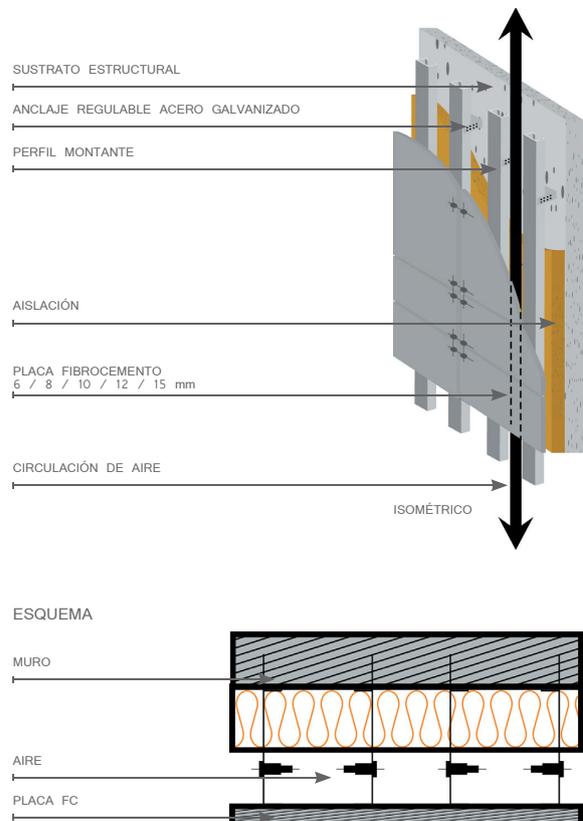


Fig. 3-p: Ejemplos de estructuras metálicas utilizadas en FV (vistas isométricas y cortes).

Los fabricantes de sistemas de fijación deben proveer las fichas técnicas de los distintos sistemas de fijación, de modo que quede clara la forma de instalación, con descripciones esquemáticas y técnicas relativas a resolver la mayor parte de las posibles situaciones a tener en la instalación misma.



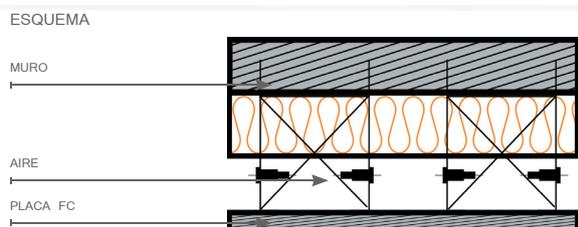
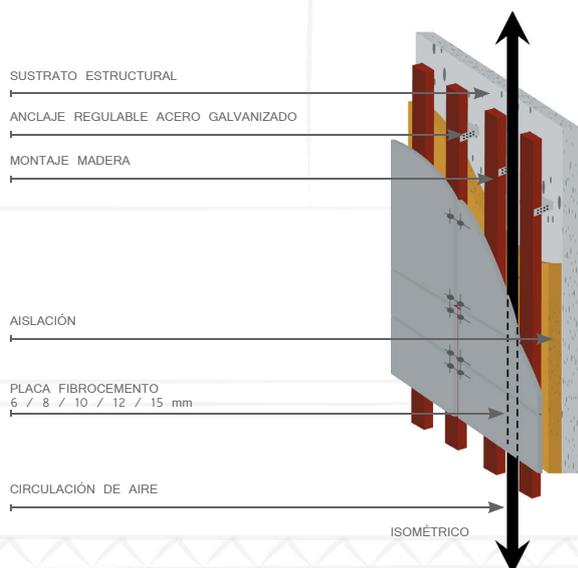


Fig. 3-g: Esquema de FV con sistema soportante en base a perfiles metálicos y en madera (vistas isométricas).

3.2.3 Juntas

Las juntas son los espacios que separan las placas de revestimiento y su función es la de permitir el movimiento de las mismas debido a las dilataciones térmicas del sistema y a los movimientos elásticos.

La absorción de los movimientos requiere que las juntas sean de dimensiones correctas y consientan desplazamientos y dilataciones sin que las placas interfieran entre sí. Por ello las juntas varían entre 4 y 8 mm, en función de la dimensión de las placas, de la altura del piso del edificio y de la estructura utilizada.

Las esquinas en las FV se deben tratar con gran cuidado pues es ese lugar el más expuesto de una fachada a esfuerzos diferenciales. Existen diversas soluciones para el tratamiento de juntas de esquinas, tal como se muestra en la siguiente figura.

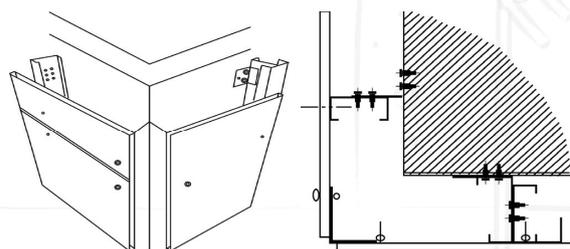
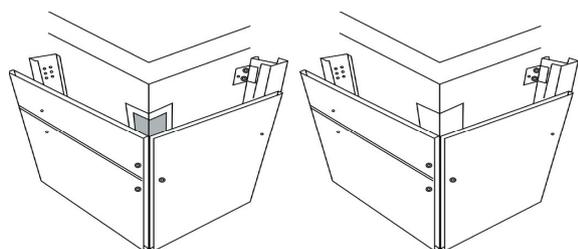


Fig. 3-r: Detalle constructivo de esquina en FV (vistas isométricas y corte horizontal).

3.2.4 Paramento o revestimiento exterior

Para obtener los mejores resultados estéticos y cualitativos, se recomienda empezar por la elección de los materiales a utilizar, puesto que lo que valoriza mayormente el edificio es el revestimiento exterior.

La función del revestimiento consiste en caracterizar la estética del edificio, así como proteger su estructura de albañilería, hormigón o madera, de los agentes atmosféricos y contaminantes y contribuir a obtener los mejores resultados de aislamiento y protección.

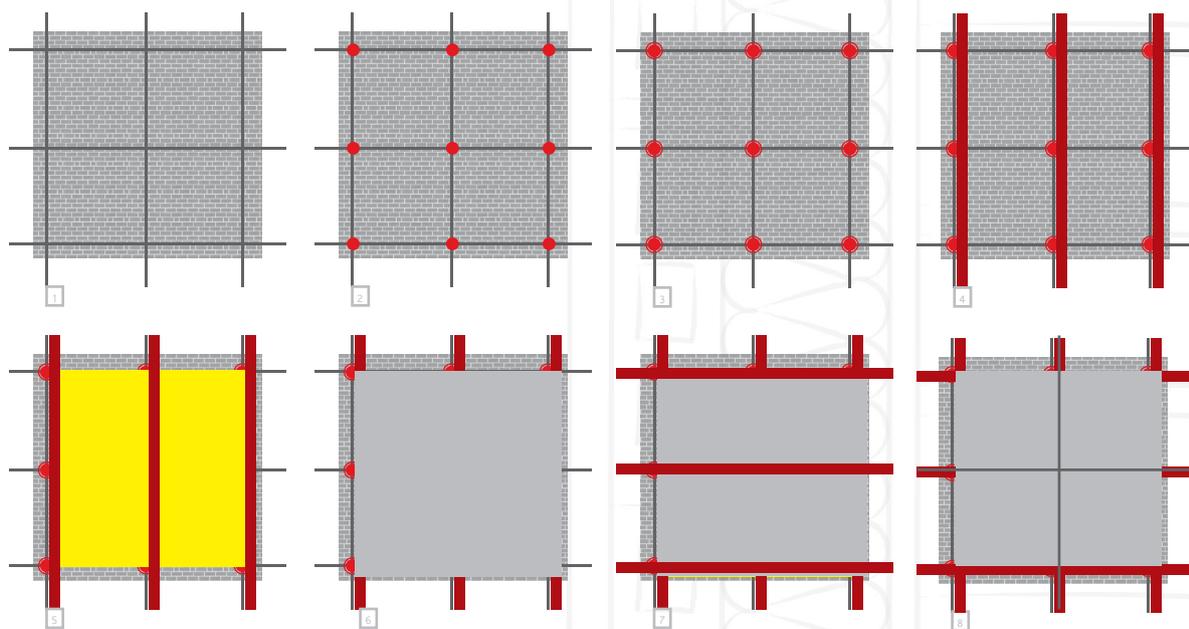
Algunos atributos recomendables en los materiales aplicados como revestimiento de una FV son:

- Elevada resistencia mecánica.
- Elevada resistencia al choque térmico.
- Reducida absorción de agua.
- Incombustibilidad.
- Estabilidad de los colores a la luz solar.
- Resistencia a los ataques químicos y a la contaminación.
- Bajo mantenimiento.

3.2.5 Accesorios

Como acabado de FV, hay una serie de accesorios necesarios que se deben considerar a fin de realizar un buen proyecto:

- Deben colocarse capas de revestimiento en la parte superior de la estructura para impedir la entrada en su interior de cuerpos extraños (nieve, agua, etc.).
- Se deben disponer estructuras de fijación para elementos horizontales en solución de ventanas y puertas que den estanqueidad al sistema.
- En las esquinas del edificio se deben disponer de perfiles o ángulos con el fin de proteger los cantos.
- En la base de la rejilla se deben instalar rejillas de ventilación para impedir la entrada de pequeños elementos molestos, insectos, aves, u otros.



PASOS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA FACHADA VENTILADA

- 1 Replanteo subestructura
- 2 Fijaciones al muro
- 3 Colocación de las escuadras
- 4 Instalación periferia vertical
- 5 Proyección de mortero
- 6 Colocación aislante
- 7 Instalación periferia horizontal
- 8 Colocación de revestimiento

Fig. 3-s: Pasos para la ejecución de una FV.

Finalmente, siempre se deben tener en cuenta cuáles serán los pasos a seguir al momento de instalar una fachada ventilada, organizando las faenas de una manera adecuada, de tal forma de determinar con certeza la cantidad de materiales necesarios y el tiempo que llevará la ejecución de la obra. Existen diversas maneras de programar la ejecución de una FV, en la figura 3-t se muestra un ejemplo de los pasos a seguir en la ejecución de una fachada ventilada.

3.3 Consideraciones en FNV

Al utilizar una solución de aislación térmica exterior del tipo FNV se deben considerar ciertos factores claves para determinar las características básicas del sistema. En general, los factores a determinar en una FNV son similares a los precisados por un sistema EIFS, vale decir:

- Sistemas de fijación e instalación del material aislante.
- Comportamiento del sistema en techos y pendientes.
- Comportamiento de la solución en subterráneos.
- Utilización de la solución en soffits.
- Tratamiento y materialización de juntas.
- Utilización de guarniciones y cubrejuntas en la solución.

- Utilización de cabeceros, peanas y botaguas.
- Materialización de formas y espesores.
- Tratamiento de penetraciones necesarias en la fachada.
- Tratamiento de objetos sobrepuestos en el muro.

Todas las consideraciones aquí mencionadas ya fueron estudiadas para el sistema EIFS, por ello sólo basta remitirse al apartado 3.1 Consideraciones en EIFS.

Además de dichas consideraciones se deberán estudiar en forma especial, dependiendo de la solución adoptada, las características del revestimiento exterior y del sistema de fijación de la solución misma a la pared exterior.

3.3.1 Tipos de revestimientos para FNV

Las FNV pueden adoptar diferentes tipos de revestimientos, ya sean de tipo húmedo (capas poliméricas, capas cementicias, etc.) o seco (placas de revestimiento, siding, etc.). Las características básicas del revestimiento dependerán exclusivamente del tipo de solución escogida, sin embargo, el revestimiento debe cumplir con ciertas características que aseguren la vida útil de la solución.

3.3.1.1 Estucos de mortero de cemento

El mortero de estuco se usa como material de revestimiento de la superficie de muros u otros elementos similares, en los cuales se le puede dar diversas formas y ser acabado superficialmente en una amplia gama de texturas. Además, confiere propiedades de resistencia a los agentes climáticos y al fuego a los elementos recubiertos por él.

- **Condiciones en estado fresco:**

El mortero en su estado fresco debe presentar una consistencia adecuada como para mantenerse en sitio sin deslizar una vez colocado y una fluidez como para ser extendido con facilidad sobre la superficie que va a recubrir.

- **Condiciones en estado endurecido:**

El mortero de estuco debe cumplir las siguientes condiciones:

- **Estabilidad volumétrica:**

Es necesario que el mortero presente los menores cambios volumétricos posibles, pues, por ser colocado en pequeños espesores, generalmente el material constituyente de la superficie recubierta con el mortero de estuco le impone restricciones importantes respecto a su indeformabilidad, lo cual genera en él tensiones de tracción y, como consecuencia, queda expuesto a fisuración.

- **Resistencia apropiada a su empleo:**

La resistencia del mortero de estuco debe ser similar a la del material de superficie que recubre, pues si ésta fuera muy superior, la contracción hidráulica tendería a fracturar a esta última, afectando la adherencia entre ambos.

- **Durabilidad apropiada a su empleo:**

Para lograr una adecuada durabilidad el mortero debe ser resistente a la penetración del agua, a los efectos ambientales y a la acción agresiva de los agentes químicos, ya sea ambiental o de otro origen.

Un buen cumplimiento de estos requisitos requiere de una adecuada dosificación del mortero.

3.3.1.2 Estucos no cementicios

Los estucos no cementicios, también conocidos como morteros monocapa, están compuestos por un conglomerante hidráulico, preparado o sintético, agua y un árido de granulometría seleccionada.

Este preparado llega a la obra en polvo, de manera que sólo debe agregarse agua en la cantidad requerida, ya que vienen elaborados con aditivos y componentes de fábrica, con el añadido de resinas adecuadas.

También pueden añadirse como aditivos componentes textiles o arenas de cuarzo, los primeros ofrecen mayor ligazón y los segundos aumentan la dureza.

Estos revestimientos ofrecen muchas ventajas: al venir preparado de fábrica, elimina la elaboración del mortero a pie de obra; aceptan aditivos con áridos ligeros que optimizan la puesta en obra; pueden añadirse fibras de refuerzo y adherencia para evitar que el material se desprenda y con el añadido de resinas se mejora la adherencia al soporte.

Se aplican extendiendo la pasta mediante llana reglada con reglas de aluminio, garantizando un acabado uniforme y de espesor parejo.

En algunos casos el revestimiento se aplica sobre el soporte con máquina neumática. Se requiere una base preparada en forma adecuada para mayor durabilidad.

En las uniones de materiales de diferente composición, debe reforzarse el revestimiento con malla de fibra de vidrio plastificada.

3.3.1.3 Madera

Estos revestimientos pueden ser piezas sólidas de madera, tableros contrachapados o de fibras orientadas con distintos tipos de terminaciones y soluciones para cada caso. La ventaja de usar madera reside en la diversidad del diseño, su bajo coeficiente de transmisión térmica, bajo peso con relación a su resistencia, elasticidad, y además, facilidad de colocación y mantenimiento.

Revestimientos con molduras de madera:

Las molduras se obtienen a partir de madera aserrada seca a la cual, por medio de máquinas, herramientas y equipos especiales, se confiere una determinada forma para cumplir en servicio con objetivos específicos de terminación, acabado, protección y decoración.

Las molduras de madera comúnmente comercializadas se clasifican en tres grupos:

- **Molduras decorativas:**

Molduras utilizadas en terminaciones generalmente de carácter decorativo, tales como: balaustres, cornisas, cuarto rodón, esquineros, guardapolvos, junquillos, pilastras y tapajuntas.

- **Molduras interiores:**

Son molduras para utilizar en forma horizontal o vertical para el revestimiento interior de tabiques y en aplicaciones tales como cielos y pisos.

- **Molduras exteriores:**

Molduras utilizadas exclusivamente en forma horizontal, para el revestimiento exterior de tabiques. Las molduras exteriores sólo se clasifican en revestimiento horizontal. Existen molduras exteriores con gran diversidad de perfiles, de variadas secciones y formas, cuyas uniones se resuelven de diferentes maneras:

Revestimientos con tableros de madera (maderas reconstituidas)

Se entiende por maderas reconstituidas todo panel (nombre genérico que se refiere a material que se produce en fábrica) elaborado con derivados de la madera.

Los tableros dan la opción de variadas terminaciones exteriores en cuanto a tamaño, textura de la superficie y diseño, siendo más comunes las terminaciones que emulan molduras de piezas sólidas como tinglado.

El tamaño comercial es de 1,22 x 2,44m y pueden tener bordes lisos, machihembrados o con rebaje para ser puesto traslapado como solución de encuentro entre tableros. Requieren que los bordes cortados sean tratados con pinturas especiales para protegerlos de la humedad.

- **Tablero contrachapado:**

Según la norma NCh 724 Of. 79 "Paneles a base de madera, tableros, vocabulario", es aquel formado por superposición de láminas previamente encoladas. En general las láminas se disponen simétricamente a ambos lados de una lámina central o alma, de modo que los granos de dos láminas consecutivas se crucen entre sí, generalmente en ángulo recto.

Los tableros contrachapados son elaborados principalmente a partir de chapas o folias de Pino Radiata, las cuales se adhieren entre sí perpendicularmente al sentido de sus fibras, siempre en caras impares, para lograr mayor estabilidad y resistencia. Dependiendo del uso requerido, sus caras pueden presentar grados de terminación variados.

3.3.1.4 Planchas lisas

Revestimientos consistentes en cubrir totalmente la estructura vertical con planchas de terminación lisa como yeso-cartón y fibrocemento.

Su terminación perfectamente lisa da un acabado elegante, además de poseer excelentes propiedades termoacústicas, de resistencia a la humedad y al fuego, entre otras propiedades que varían dependiendo del tipo de revestimiento.

Las planchas lisas más utilizadas son de fibrocemento.

Fibrocemento

Las placas lisas de fibrocemento están construidas por una mezcla homogénea de cemento, refuerzos orgánicos y agregados naturales, más un especial proceso de construcción de alta tecnología basado en fraguado por autoclave, generan un compuesto silicocalcáreo que permite a la placa alcanzar inigualable nivel de estabilidad y resistencia.

Las podemos encontrar en media densidad y alta densidad, esta última de gran resistencia a la humedad, especial para zonas húmedas (cocina, baños, entre otros).

Otra característica importante es su incombustibilidad, lo cual le convierte en un material especial para tabiques cortafuego. Su resistencia al fuego varía en función del espesor de la plancha, el que pueden ir desde F15 (resistencia al fuego de 15 minutos) para planchas de 4mm hasta F60 para planchas de 10mm aproximadamente..

El formato comercial de las placas es de 120 x 240cm, con variados espesores dependiendo de la resistencia a impacto requerida.

Su carácter de material neutro le permite ser pintado directamente sin previo tratamiento, además de no sufrir pudrición o acción de ácaros y termitas.

Las placas son fabricadas según norma chilena NCh 186/1 Of. 86.

3.3.1.5 Revestimientos metálicos

Son principalmente utilizados como revestimientos exteriores industriales y comerciales. Gracias a la versatilidad que ofrecen estos productos, es posible la creación de múltiples soluciones de revestimientos, requeridas para satisfacer necesidades de tipo acústicas, térmicas y estéticas, planteadas por la tendencia de la arquitectura actual.

Los paneles son fabricados en aluminio-zinc (0,4 - 0,5 y 0,6mm), y aluminio o cobre a pedido; con pesos entre 4,23 kg/m² y 6,34 kg/m² dependiendo del espesor y el material. De largo continuo y color incorporado, tienen un sistema de montaje con nervio montante traslapado que se fija a la estructura mediante un sistema de clip que asegura total estanqueidad y hermeticidad del sistema. Como revestimiento se puede instalar en forma vertical, horizontal o diagonal, con los nervios hacia el interior o hacia el exterior.

Al instalar en forma horizontal (espesor 0,5 mm) se recomienda colocar perfiles de remate en los encuentros de esquina, encuentros entre paneles u otros remates y sellar las juntas de dilatación con empaquetaduras de poliuretano autoexpandible. En caso de producirse traslapos se recomienda un sello más delgado.

La elaboración del panel se basa en un proceso continuo y permite largos según requerimientos del proyecto. Su terminación puede ser lisa, arenada, perforada y en variedad de colores.

Son posibles tanto curvas como contracurvas, con radios mínimo de 4,5 m en espesor de 0,6 mm y 5,5 m en espesor de 0,5 mm (medidas al valle del panel).

El ángulo de curvatura deberá estar entre 1° y 340°. El largo máximo recomendado es de 7 m, por motivos de transporte.

3.3.1.6 PVC

El cloruro de polivinilo (PVC) es un material polimérico formado por moléculas de etileno y cloro (- CH₂ - CHCl -). El PVC se clasifica como un polímero termoplástico semicristalino que se caracteriza por tener sus cadenas moleculares alineadas al igual que los polietilenos. El revestimiento exterior Vinyl Siding se asemeja mucho a una tabla de madera tinglada. Este tipo de revestimiento es fácil de limpiar y de mantener, no requiere pintura y es fácil de instalar.

Estos revestimientos se fabrican en diversos colores: blanco, almendra, beige, celeste, café y gris, entre otros.

Componentes básicos

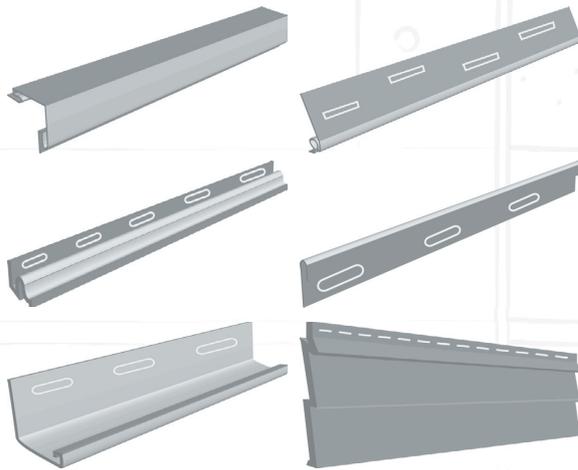


Fig. 3-4: Componentes básicos de siding de PVC.

- **Perfil Esquinero Exterior:** se aplica en vertical en todas las esquinas exteriores.
- **Perfil Esquinero Interior:** se aplica en vertical en todas las esquinas interiores.
- **Perfil de Comienzo:** este perfil se instala en la base de la pared y sirve de apoyo para los primeros paneles de revestimiento.
- **Perfil J:** perfil de terminación, que va alrededor de las aberturas de puertas y ventanas.
- **Perfil Término:** se instala en la parte superior de la pared, por todo el borde. Es la terminación del panel y debe ir adecuadamente fijada al muro.
- **Panel de Revestimiento:** todos los paneles tienen ranuras para fijación que permiten la contracción y expansión propia de este revestimiento.

3.3.1.7 Cerámicos

Las baldosas cerámicas son piezas planas de poco espesor fabricadas con arcillas, sílice, fundentes, colorantes y otras materias primas. Generalmente se utilizan como pavimentos y revestimientos de paredes y fachadas.

Las arcillas utilizadas en la composición del soporte pueden ser de cocción roja o bien de cocción blanca. Los azulejos, tanto de pavimento como de revestimiento de paredes, son piezas cerámicas impermeables que están constituidas normalmente por un soporte arcilloso y un recubrimiento vítreo o esmalte cerámico.

El cuerpo o soporte, llamado bizcocho, es de porcelana (loza fina) de color blanco o claro (ligera-mente grisáceo, crema o marfil) o de color, que va del ocre al pardo amarillento o rojizo, sin que el color afecte las cualidades del producto.

Es de textura fina y homogénea, siendo poco apreciables a simple vista granos, inclusiones o poros. Las superficies y aristas son regulares y bien acabadas.

La cara visible está cubierta por un esmalte vitri-ficado, que puede ser blanco, monocolor, marmo-leado, moteado o multicolor, y puede estar deco-rado con motivos diversos.

Las formas predominantes son la cuadrada y la rectangular. Se fabrican de muchas medidas, siendo usuales desde 10 x 10cm a 45 x 60cm. Las piezas complementarias usuales tienen for-ma de tiras, molduras y cenefas.

3.3.1.8 Enchapes

Enchape de ladrillo

El enchape es un producto de cerámica roja, de poco espesor (10 mm) y con huinchas en su cara de sujeción. Estas dos características lo convier-ten por un lado, en un producto ideal para insta-lar en muros o superficies en pendiente, ángulo o curvas y por otro lado, permite ahorros en la utilización de morteros. Se puede utilizar como revestimiento en terminación de muros, vigas y en machones de edificios y viviendas; revesti-mientos de fachadas en muros de albañilerías. También como revestimiento de muros con pa-neles de OSB, fibrocemento, madera u otros ma-teriales de similares características. Además, se emplea como revestimiento de jardineras hechas de hormigón o albañilería y como elemento de decoración al interior de recintos habitacionales y oficinas. Se instalan con productos adhesivos con lo cual la fachada presenta un aspecto limpio y durable.

Enchapes de piedra

La piedra es de origen mineral, de dureza varia-ble y compacta. Los bloques de piedra presentan diferentes tamaños, según las necesidades. Al-gunas de las piedras de construcción empleadas para adornar muros son: basalto, pedernal, gra-nito, caliza, mármol, arenisca, pizarra y laja.

3.3.2 Sistemas de fijación

Las soluciones de aislamiento térmica tipo FNV se pueden fijar a la pared exterior de tres formas di-ferentes:

- Fijación mecánica.
- Fijación por medio de adhesivos.

- Fijación mediante estructuras soportantes ancladas a la envolvente.

Los tres sistemas de fijación se han estudiado an-teriormente, los dos primeros en el apartado 3.1 Consideraciones en EIFS, mientras que el último se estudió en el apartado 3.2 Consideraciones en FV, por este motivo no se abordarán en mayor profundidad. Sin embargo, cabe destacar que el sistema de fijación a utilizar depende tanto de la solución misma como del sustrato al cual se va a adherir la solución. El sustrato debe ser capaz de soportar de manera eficaz la solución, sin que se presenten fisuras o desprendimientos tanto del sustrato mismo como de la solución.



MANUAL AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

CONSIDERACIONES DE DISEÑO



4 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Al decidir qué tipo de aislación debe ser instalada en un edificio cualquiera, se deben considerar ciertos factores concernientes al diseño de la aislación para que ésta resulte eficiente. Dentro de las consideraciones del diseño se pueden destacar las siguientes:

- Factores climáticos.
- Durabilidad de la aislación.
- Protección contra el fuego.
- Impacto ambiental.
- Diseño arquitectónico.

4.1 Factores climáticos

En el aislamiento de un edificio se deben tomar en consideración los factores climáticos del lugar de emplazamiento, es decir, estudiar con acuciosidad el clima del lugar, de tal manera de poder elegir de una manera adecuada el tipo de aislamiento que se utilizará, así como los mecanismos de protección adicional que se pudiesen necesitar. Los factores climáticos más importantes a considerar son:

- Humedad.
- Lluvia.
- Soleamiento.

A continuación se analizará cada factor por separado, aunque en la práctica se deben analizar en conjunto de manera de diseñar un sistema de aislamiento capaz de soportar los embates del clima sin deteriorarse.

4.1.1 Humedad

La humedad es uno de los factores que más inciden en la configuración de la aislación en sí, principalmente porque los materiales aislantes disminuyen su resistencia térmica al estar húmedos. Como ya se vio en el capítulo 1.5, se tienen cinco tipos de humedades:

- Humedad de construcción.
- Humedad proveniente del suelo.
- Humedad climática.
- Humedad de condensación.
- Humedad accidental.

De estos cinco tipos, la humedad proveniente del suelo y la humedad climática son propias del lugar de emplazamiento de la obra y se deben estudiar antes de decidir qué tipo de aislación se utilizará y cómo se materializará, es decir, qué sistemas serán ocupados para proteger al edificio de la humedad.

La humedad no sólo ocasiona daños al interior del inmueble sino que también deteriora el sis-

tema de aislación, ya que el material aislante, si se humedece, disminuye su resistencia térmica considerablemente. Existen diversas formas de proteger la aislación de los efectos de la humedad, las más importantes son:

- Desviar las aguas lluvias hacia el exterior del sistema por medio de canaletas y botaguas.
- Mantener las uniones del sistema aisladas por medio de sellantes o molduras.
- Permitir un correcto drenaje de las aguas lluvias en el terreno, desviándolas de los cimientos del edificio.
- Colocar revestimientos permeables al vapor de agua y resistentes a la penetración de agua líquida.
- Diseñar y proteger los cimientos con materiales aislantes a la humedad.

Con respecto a la humedad atmosférica, un factor que influye de manera determinante es la colocación y ubicación adecuada de las barreras de vapor y de humedad, así como también la permeabilidad al vapor del sistema aislante en su conjunto.

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el contenido de humedad de un material aislante, esta propiedad siempre debe ser indicada en los materiales aislantes o su valor inverso, la resistividad al vapor. Para materiales aislantes comercializados en espesores fijos y determinados se podrá dar, asimismo, su resistencia a la difusión al vapor en $[g/MN \cdot s]$, o su inverso, la permeanza. En materiales compuestos que llevan incorporada una lámina o barrera contra el vapor se deberá dar el valor de la resistencia al vapor o permeanza del conjunto, debiendo tenerse en cuenta que tal resistencia es la propia del material sin incluir las juntas que eventualmente pueda tener el aislamiento (ver capítulo 1.5, Humedad).

Es importante destacar que la reglamentación vigente en Chile considera materiales perfectamente secos para el cálculo de la resistencia térmica total de una solución aislante. Sin embargo, como se ha dicho, la resistencia térmica de los materiales disminuye cuando se humedecen, por lo cual es conveniente considerar la conductividad térmica en su estado de uso al momento de determinar cuánto aislante es necesario utilizar, sobre todo en lugares lluviosos, donde la humedad ambiental es alta.

4.1.1.1 Barrera de vapor (agua vapor)

Las barreras resistentes a la difusión del vapor de agua, que son materiales en forma de lámina, cumplen la función de prever y evitar el paso de aire cargado de humedad a través de los muros o tabiques, reduciendo cualquier riesgo de condensación que se produzca al interior del elemento constructivo perimetral. La condensación se produce cuando el agua contenida en el aire en forma de vapor pasa o migra al interior del muro o tabique y se condensa al bajar la temperatura por debajo del punto de rocío.

Para impedir que esto ocurra es necesario colocar barreras resistentes a la difusión del vapor de agua, las que se distinguen según el rango de permeancia que tienen^{xii}:

Ejemplos de permeancia de barreras de vapor:
→ $0,0043 \leq \Delta \leq 0,100$ [g/MN·s]

- Film de poliéster de 0,025 mm.
- Film de polietileno de 0,05 mm.
- Film de polietileno de 0,10 mm.

Ejemplo de corta vapor: → $\Delta < 0,0043$ [g/MN·s]

- Hoja de aluminio de 0,008 mm.

Las láminas corta vapor son barreras de vapor que se incorporan habitualmente en cerramientos envolventes livianos de baja inercia térmica como tabiques de madera y de estructura metálica.

Las barreras de vapor deben ubicarse siempre por la cara más caliente del elemento (generalmente espacio habitado interior), teniendo la precaución de sellar adecuadamente empalmes, pasadas o perforaciones tales como cajas eléctricas u otras.

4.1.1.2 Barrera de humedad (agua líquida)

La barrera de humedad es una capa que impide el paso de agua líquida desde una zona húmeda hacia una zona seca. Por ejemplo, la aspiración de agua por capilaridad desde los cimientos hacia el muro seco.

Las barreras de humedad se ubican por lo general por la cara exterior del cerramiento, envolviéndolo por debajo, desde los cimientos, de tal manera de proteger el cerramiento de la humedad del suelo, evitando así la ascensión capilar del agua.

Al instalar barreras de vapor y/o de humedad, se debe asegurar que éstas queden puestas de forma continua para evitar filtraciones perjudiciales.

4.1.2 Lluvia

El agua se presenta en la naturaleza en tres formas o fases: hielo sólido, agua líquida y vapor gaseoso. Basta entregar al hielo cierta cantidad de calor para que se transforme en agua. Asimismo, el agua con cierta cantidad de calor se transforma en vapor de agua. Esta fenomenología puede representarse por las siguientes ecuaciones por kg de agua:

- $H_2O_{\text{hielo}} + 80 \text{ kcal} \rightarrow H_2O_{\text{líquida}}$ (fenómeno de licuación)
- $H_2O_{\text{líquida}} + 540 \text{ kcal} \rightarrow H_2O_{\text{vapor}}$ (fenómeno de vaporización a 100°C)
- $H_2O_{\text{vapor}} - 540 \text{ kcal} \rightarrow H_2O_{\text{líquida}}$ (fenómeno de condensación a 100°C)
- $H_2O_{\text{líquida}} - 80 \text{ kcal} \rightarrow H_2O_{\text{hielo}}$ (fenómeno de solidificación)

El valor 80 kcal/kg representa el calor de licuación en a) y el calor de solidificación en d). Como el hielo ocupa mayor volumen que el agua, este fenómeno de enfriamiento posee un tremendo efecto destructor cuando se introduce agua en los materiales pétreos que, tras solidificarse, se expande y los destruye. Es el fenómeno llamado comúnmente “ciclo hielo deshielo” que se produce en aquellas regiones donde con frecuencia la temperatura desciende por debajo de 0°C .

Por otro lado, 540 kcal/kg representa el calor de vaporización en la ecuación b) y el calor de condensación en c). Aquí el problema es de naturaleza muy distinta porque las propiedades físico-químicas del agua líquida son muy distintas a las del vapor de agua o las del hielo.

El agua líquida cuenta con un gran poder disolvente de sales, a las cuales ioniza. Gran parte de esos iones son muy activos químicamente. También disuelve gases y otras sustancias. Asimismo, debido a su tensión superficial presenta una gran fuerza de capilaridad que la hace desplazarse contra la gravedad en fisuras, grietas y capilares. Ésta y otras características como su viscosidad, calor específico, conductividad eléctrica y térmica, y movilidad iónica, la hacen muy destructiva en metales, no metales y materiales orgánicos.

La vida, tanto microscópica como macroscópica, vegetal y animal, se ve muy favorecida por la presencia de agua líquida que facilita toda clase de fenómenos físicos, químicos y biológicos, como corrosiones, oxidaciones, ascensión capilar, eflorescencias, crecimiento de mohos, insectos, micro-líquenes, hinchamientos, pudriciones y decoloraciones, entre otros. Escasos materiales

^{xii} Valores según la norma española CTE-2006.

logran resistir incólumes la presencia sostenida de agua líquida. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el agua gas ni con el hielo, los cuales, a menos que se transformen al estado líquido, casi no producen daños. En consecuencia, los materiales en los edificios, sean pétreos, metálicos u orgánicos, deben mantenerse secos para garantizar su integridad en el tiempo.

Por lo anterior, cuando se diseña un sistema de aislación térmica exterior, se debe considerar cómo se evacuarán las aguas lluvias de tal manera que estas no penetren en el sistema ni humedezcan los materiales aislantes. De esta forma, tanto al ocupar un sistema EIFS como al utilizar FV se deben disponer sistemas de canalización de aguas lluvias tales como canaletas, bajadas de agua, corta gotera, etc. Al mismo tiempo, se debe disponer de una fachada uniforme en cuanto al sellado de juntas y uniones, de tal manera de ser una barrera impermeable al agua. En general, el tratamiento que se requiere para manejar las aguas lluvias es similar al utilizado para la humedad exterior.

Como se mencionó en la sección anterior, 4.1.1, de Humedad, la presencia de humedad no sólo deteriora los materiales de construcción, sino que además aumenta la conductividad térmica de éstos y en especial de los materiales aislantes. Por consiguiente, es conveniente diseñar protecciones adecuadas contra la humedad.

Es importante considerar la utilización de una barrera que impida que se moje el muro por su cara exterior, para así evitar su humedecimiento, sea por lluvias u otras causas. Importantes son pues, como se ha dicho, los aleros, canaletas, bajadas de agua y corta gotera.

En el caso del EIFS, el sistema debe ser impermeable en sí para que no se moje el aislante, pero permeable al vapor de agua.

Una buena forma de proteger los muros es colocar recubrimientos o protecciones contra la lluvia del tipo sobrepuestos, que dejen un espacio entre muro y protección para facilitar la circulación de aire.

Al utilizar como sistema aislante la fachada ventilada, la protección del muro ante los efectos de la lluvia queda en manos de las placas de revestimiento exterior, las que actúan como protección de la estructura del edificio frente a la acción directa de los agentes atmosféricos, mientras que la cámara de aire entre el revestimiento y el muro aislado actúa como chimenea, permitiendo que se evaporen las eventuales humedades.

4.1.3 Soleamiento

Al hablar de soleamiento de un edificio se hace referencia a cuánta radiación solar recibe éste

durante el día y cómo la recibe. El estudio del soleamiento de un edificio se debe realizar en la etapa de proyecto, ya que influye directamente en la arquitectura del mismo.

El “principio de soleamiento” en arquitectura se define como el diseño de una casa para aprovechar la radiación y luz del sol y protegerla del sobrecalentamiento. Al emplear el principio de soleamiento se debe:

- Orientar la construcción para que el sol penetre cuándo y dónde se requiera a través de aberturas o superficies vidriadas adecuadas.
- Emplear en el exterior de la casa algún dispositivo (aleros, quiebrasoles, plantas o árboles de hojas caducas, etc.) que impidan que el sol penetre donde no es deseado.
- Organizar los recintos interiores de la casa para aprovechar los beneficios del sol.

Existen un sinnúmero de recomendaciones sobre las ventajas y desventajas de cada orientación. Entre ellas hay que tomar en cuenta el emplazamiento en relación al cielo libre que tiene el lugar o le dejan las construcciones circundantes, pues, a menudo, éstas llegan a producir sombras adversas. Por ejemplo, es inútil considerar el aprovechamiento solar si existe un muro cercano alto.

Se tratará de aprovechar el sol en invierno y evitarlo en verano, considerando los diferentes ángulos del recorrido solar en las distintas estaciones del año. En este sentido la ubicación más conveniente es la que mira hacia el norte, donde el sol culmina al mediodía. En verano se recibe más horas de sol que en invierno, pero con un ángulo de incidencia menor en las fachadas norte, mientras que en invierno sucede lo contrario. Por eso es conveniente que los quiebrasoles sean horizontales y se sitúen algo separados del muro vertical, a fin de favorecer la circulación del aire. Las fachadas al este y al oeste reciben más horas de sol en verano que en invierno.

Las fachadas que miran al este reciben los rayos del sol desde que sale hasta cerca del mediodía y por tanto, las habitaciones son menos cálidas en verano que las expuestas al norte, pues el sol actúa menos tiempo y antes de haber calentado la atmósfera luego del frío de la noche.

En cambio, las aberturas orientadas al oeste son castigadas por el sol de la tarde en verano de manera molesta, pues lo reciben en la segunda mitad del día, cuando el ambiente ya está caldeado. En invierno, reciben el sol en forma oblicua y por menos tiempo resultando agradable.

La orientación de las fachadas principales del edificio, la relación de superficies vidriadas con respecto a la superficie de la envolvente vertical por fachada, así como la vegetación existente en el entorno del edificio y las otras edificaciones del sector determinan el soleamiento que tendrá finalmente el edificio.

Al momento de proyectar la aislación en un edificio se debe considerar el soleamiento que este recibirá y de esta manera se podrá determinar cómo instalar la aislación de tal forma de aprovechar la radiación solar en invierno y protegerlo del calor excesivo en verano. Por ejemplo, es recomendable poner una aislación mayor en las fachadas que dan hacia el sur ya que prácticamente no reciben sol, por lo cual tienden a producirse más pérdidas.

4.2 Durabilidad

Los sistemas de aislación aquí estudiados están diseñados para tener una vida útil similar a la del edificio, siempre y cuando se instalen adecuadamente y se les brinde una mantención periódica adecuada.

Al hablar de una correcta instalación, se deben considerar los siguientes factores:

- Instalar el sistema de aislación, ya sea EIFS, FV o FNV, de acuerdo a las indicaciones del fabricante o del distribuidor del sistema.
- Utilizar mano de obra calificada en la instalación del sistema escogido. Se debe procurar tener una inspección técnica acorde con las reglas del arte.
- Utilizar materiales adecuados, de preferencia aquellos recomendados por el fabricante o distribuidor del sistema.

Se debe tener en cuenta que la mejor manera de asegurar la durabilidad del sistema de aislación es eligiéndolo de acuerdo a las necesidades que presente el edificio, considerando la utilización de éste, su ubicación, sus características arquitectónicas, clima, etc.

Los sistemas de aislación EIFS, FV y FNV tienen como característica común la necesidad de un mantenimiento periódico, necesario para alargar la vida útil del sistema. Es necesario, en ambos sistemas, mantener una inspección visual periódica con el propósito de reparar posibles daños apenas éstos se presenten.

4.2.1 Mantenimiento del EIFS

El mantenimiento de un EIFS se realiza principalmente en la zona y puntos donde se necesita

de sellado y en aquellas secciones que pudiesen haberse dañado a causa de roce frecuente o golpes.

Los sellos usualmente funcionan en los sistemas de muro como componentes impermeabilizantes entre materiales disímiles y en otras juntas del sistema de muro. Los sellos necesitan mantenimiento, y en algún momento reemplazo, debido a los efectos del deterioro por el tiempo, daños mecánicos, o en deficiencias del diseño o instalación.

Las secciones dañadas deben ser eliminadas y reemplazadas por una nueva sección, si esto no se realiza con prontitud, el sistema puede verse afectado debido a la filtración de agua y a la consecuente humedad en los materiales aislantes, además de ir debilitando el sistema en general.

La limpieza regular del sistema es siempre importante, así se evita la acumulación de agentes perjudiciales en las juntas y uniones del EIFS, tales como lodo, polvo y agua. Esta limpieza se puede realizar con agua, con productos químicos u otros.

4.2.2 Mantenimiento de FV

El mantenimiento de una FV se debe realizar, en primer lugar, por el usuario, inspeccionando la fachada con el fin de detectar la posible aparición y desarrollo de grietas y fisuras, así como desaplomes u otras deformaciones, la erosión anormal o excesiva de paños, los desconchados o descamaciones, la erosión anormal o pérdida del mortero de las juntas y la aparición de humedades y manchas diversas.

En el caso de aparición de grietas u otro problema, se debe consultar siempre con un técnico especialista para que se haga una adecuada reparación, consistente básicamente en la sustitución de la parte dañada.

Al igual que en el sistema EIFS, a las fachadas ventiladas se les debe realizar una limpieza periódica. La limpieza se realizará según el tipo de fábrica, mediante los procedimientos usuales: lavado con agua, limpieza química, proyección de abrasivos, etc. Las manchas ocasionales y pintadas se eliminarán mediante procedimientos adecuados al tipo de sustancia implicada.

4.2.3 Mantenimiento de FNV

Dadas las características de los sistemas FNV, el mantenimiento es similar al de EIFS y de FV. Es importante.

En cualquiera de los dos sistemas, siempre es recomendable preguntar al fabricante o distribuidor la manera más adecuada de mantener en buenas condiciones la aislación.

4.3 Protección contra el fuego

La normativa que rige la seguridad contra incendios en los edificios se encuentra en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), en el capítulo 4.3: “De las condiciones de seguridad contra incendios”. Las disposiciones contenidas en dicho capítulo persiguen, como objetivo fundamental, que el diseño de los edificios asegure que se cumplan a lo menos las siguientes condiciones:

- Que se facilite el salvamento de los ocupantes de los edificios en caso de incendio.
- Que se reduzca al mínimo, en cada edificio, el riesgo de incendio.

Para lograr los objetivos señalados, los edificios deberán protegerse contra incendio, para tal efecto se distinguen dos tipos de protección:

• Protección pasiva:

Se basa en elementos de construcción que, por sus condiciones físicas, aíslan la estructura de un edificio de los efectos del fuego durante un determinado lapso de tiempo, retardando su acción y permitiendo de esa forma la evacuación de sus ocupantes antes del eventual colapso de la estructura y dando, además, tiempo para la llegada y acción de bomberos. Los elementos de construcción o sus revestimientos pueden ser de materiales no combustibles, con capacidad propia de aislación o por efecto intumescente o sublimante frente a la acción del fuego.

• Protección activa:

Es la compuesta por sistemas que, conectados a sensores o dispositivos de detección, entran en funcionamiento manual o automáticamente, descargando agentes extintores del fuego tales como agua, gases, espumas o polvos químicos.

Las normas que rigen la determinación del comportamiento al fuego de los materiales, elementos y componentes de la construcción y que deben ser consultadas, según lo establecido en la OGUC, son:

- **Normas generales, sobre prevención de incendio en edificios:**
 - NCh 933: Terminología.
 - NCh 934: Clasificación de fuegos.
- **Normas de resistencia al fuego:**
 - NCh 935/1: Ensaye de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción general.

- NCh 935/2: Ensaye de resistencia al fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre.
- NCh 2209: Ensaye del comportamiento al fuego de elementos de construcción vidriados.

• Normas sobre cargas combustibles en edificios:

- NCh 1914/1: Ensaye de reacción al fuego - Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción.
- NCh 1914/2: Ensaye de reacción al fuego - Parte 2: Determinación del calor de combustión de materiales en general.
- NCh 1916: Determinación de cargas combustibles.
- NCh 1993: Clasificación de los edificios según su carga combustible.

• Normas sobre comportamiento al fuego:

- NCh 1974: Pinturas - Determinación del retardo al fuego.
- NCh 1977: Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama.
- NCh 1979: Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama.

El artículo 4.3.3 de la OGUC establece que los edificios que requieran protegerse contra el fuego deberán proyectarse y construirse según alguno de los cuatro tipos que allí se señalan (a, b, c ó d) y los elementos que se utilicen en su construcción deberán cumplir con una resistencia al fuego determinada. En la siguiente tabla se establece la resistencia al fuego que requieren los elementos verticales según la tipología del edificio.

Tabla 4.a

Resistencia al fuego requerida para elementos verticales perimetrales de construcción^{xii}

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN				
Clase*	(1)	(2)	(5)	(6)
a	F-180	F-120	F-120	F-30
b	F-150	F-120	F-90	F-15
c	F-120	F-90	F-60	F-0
d	F-120	F-90	F-30	F-0

- (1) Muros cortafuego
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
- (5) Elementos soportantes verticales
- (6) Muros no soportantes y tabiques

*La clase se determina aplicando la tabla 1 del art. 4.3.3 de la OGUC según el uso del edificio, la superficie construida y el número de pisos del mismo (ver Anexo).

^{xii} El ensayo que mide la resistencia al fuego de un elemento o material de construcción debe ser realizado según la norma NCh935/1.0f97.

^{xiii} NCh 933.0f97: Prevención de incendio en edificios – Terminología

Si a un mismo elemento le correspondieren dos o más resistencias al fuego, por cumplir diversas funciones a la vez, deberá siempre satisfacer la mayor de las exigencias.

Es importante diferenciar “comportamiento al fuego” de “resistencia al fuego”^{xiii}:

- **Comportamiento al fuego:**

Conjunto de transformaciones físicas y químicas que ocurren en un material o elemento sometido a la acción del fuego.

- **Resistencia al fuego:**

Cualidad de un elemento de construcción de soportar las condiciones de un incendio normalizado, durante un cierto tiempo. Esta cualidad se mide por el tiempo en minutos durante el cual el elemento conserva la estabilidad mecánica, la estanqueidad a las llamas, el aislamiento térmico y la no emisión de gases inflamables.

Un sistema de aislación térmica exterior debe tener, en conjunto con el muro soportante, la resistencia al fuego requerida por la reglamentación vigente, aunque algunos de los materiales que compongan el sistema tengan un mal comportamiento frente al fuego (por ejemplo, los materiales aislantes).

De este modo, toda la reglamentación aquí descrita se deberá tener en cuenta al momento de diseñar un sistema de aislación exterior, ya sea EIFS, FV o FNV, de tal manera de proteger a las personas en el caso de incendio.

Como el incendio generalmente se produce en el interior de los edificios, la aislación exterior (EIFS, FV o FNV) no participa en forma efectiva en el incendio y sólo podría verse afectada en las últimas etapas de éste.

4.4 Impacto ambiental

Al hablar de impacto ambiental se podría discutir desde el proceso de fabricación de los distintos materiales a utilizar en cada una de las soluciones aquí estudiadas, hasta el reciclaje y desecho de los productos, una vez cumplida su vida útil. Para acotar este tema, se abordará el impacto al medioambiente que implica instalar alguna de las soluciones aquí propuestas.

Siempre es bueno saber qué efectos tendrá en el medio ambiente la solución utilizada, sopesando los beneficios y daños de una u otra solución.

Hoy se sabe, según el informe del International

Panel Climatic Change (febrero, 2007), con una alta certeza, que el calentamiento global es fruto de las actividades del hombre y la quema de combustibles para generar la energía que necesita, lo cual produce agentes contaminantes dañinos, siendo el principal el dióxido de carbono (CO₂).

El funcionamiento de los edificios consume más del 40% de toda la energía producida en el mundo, siendo una parte importante la destinada a climatización. Por ello, buscar e implementar formas ambientalmente amigables de acondicionar, ya sea calefacción o refrigeración, es una forma de colaborar con el medio ambiente.

Un calefactor que funciona con combustibles de cualquier tipo emite contaminantes, tales como dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, entre otros. Por otra parte, en un calefactor eléctrico el impacto ambiental se trasladará a la central que provee la energía. Si la central es hidroeléctrica, el impacto ambiental se localiza en la inundación de un terreno o en la alteración del curso de un río. Si la central es térmica, se contribuirá a aumentar el efecto invernadero en el planeta.

Un buen calefactor permite obtener calor con bajo impacto ambiental. Sin embargo, un buen manejo del calor permite obtener un ambiente agradable con un menor consumo de energía e impacto ambiental.

Parte importante del calor destinado a calefacción se pierde al exterior atravesando muros, ventanas y techos. Por lo tanto, una buena aislación térmica de estos elementos puede ayudar a economizar energía. Es aquí donde juega un papel fundamental la aislación térmica exterior, ya que aísla toda la envolvente vertical del edificio de forma continua, evitando la generación de puentes térmicos por donde se pueda escapar el calor, además de permitir el uso de la inercia térmica como se ha comentado anteriormente.

Al considerar el impacto medioambiental también se debe tener en cuenta el impacto en el bienestar de las personas: al aislar un edificio se logra que el ambiente interior sea más saludable, esto producto de la disminución considerable de humedad y eventuales condensaciones en invierno que son fuentes de microorganismos y otros daños a las terminaciones interiores.

Otro factor importante en el impacto de una solución es el manejo de los desechos de instalación. De ambas soluciones aquí estudiadas, los desechos más difíciles de manejar son los restos de materiales aislantes, principalmente aquellos derivados del petróleo, por su lento proceso de degradación. Felizmente algunos de ellos pueden reciclarse.

Al trabajar con paneles aislantes, tales como los paneles EPS, es importante considerar la disposición adecuada de los materiales de desperdicio generados. Aunque no son tóxicos, los paneles rotos, pedazos cortados y el material de desecho se tienen que disponer adecuadamente estableciendo áreas o envases de recolección en el lugar de trabajo.

El reciclaje es el método adecuado para manejar los desperdicios. Algunos fabricantes aceptan desperdicios limpios y no contaminados de la construcción.

4.5 Diseño arquitectónico

Al adoptar una solución de aislación exterior, uno de los puntos más importantes para los usuarios y arquitectos es cómo se verá estéticamente el edificio una vez instalado el sistema seleccionado.

Tanto el EIFS como la FV y la FNV presentan un sinfín de alternativas arquitectónicas, las cuales se pueden adaptar según el gusto de los usuarios o del arquitecto.

Para desarrollar un diseño arquitectónico específico se deben considerar el tipo de revestimiento a utilizar, la materialización de las terminaciones y cómo se van a tratar las juntas, entre otros aspectos. Este punto es indispensable de analizar en el momento del diseño del sistema de aislación para determinar qué elementos se podrían utilizar, descartando aquellos que no sean acorde a las pretensiones arquitectónicas.

4.5.1 Arquitectura en EIFS

En un sistema de aislación térmica exterior y acabado final, EIFS se deben tener en cuenta los siguientes tres puntos:

- Revestimiento exterior.
- Terminaciones.
- Tratamiento de juntas.

El EIFS, por su configuración, presenta una base de acabado que es la responsable de dar la terminación al sistema. Esta capa se materializa mediante la aplicación de una mezcla de áridos areníticos de distinto tipo y diámetro, pigmentos que le otorgan color y polímeros acrílicos que actúan de ligantes. Las distintas combinaciones de los mismos brindan una gran variedad de texturas y colores a esta capa.

Un diseño más acabado del revestimiento se puede lograr mediante el trabajo de la mezcla de la capa final por medio de una llana que permite lograr distintas texturas con diversos dibujos y relieves. Existe también la posibilidad de utilizar revestimientos livianos cerámicos y enchapes.

Tanto las terminaciones como las juntas de EIFS se deben tratar con especial cuidado ya que deben quedar, ante todo, bien selladas para impedir filtraciones de agua y humedad a las capas más profundas del sistema. Una vez que se han sellado las terminaciones y juntas se pueden utilizar bandas moldeables, las cuales son recomendables también para evitar la acumulación de agua en ciertos sectores como marcos de ventanas y puertas.

El sistema EIFS por lo general no requiere de juntas de dilatación, a menos que el edificio las tenga, lo que si se puede tener son juntas arquitectónicas o estéticas. Las juntas estéticas se utilizan por lo general para delimitar diversas zonas dentro de una misma fachada con el fin de crear módulos en un edificio. Como se mencionó en el capítulo 3.1.5, las juntas estéticas crean un plano de debilidad en el muro, por esta razón la utilización de las juntas estéticas en el medio de un gran paño debe considerarse cuidadosamente. Normalmente es mejor hacer esas juntas como una junta de expansión.

El sistema EIFS tiene la característica de poder dar forma a la fachada, moldeando la placa aislante, generalmente de EPS. De esta manera se puede lograr una fachada con relieve, ya sea aumentando el espesor de la placa o disminuyéndolo (siempre cuidando que el valor U en ese punto no se salga del rango adecuado).

El color y grado de reflexión a la radiación solar de la capa final es muy importante dado que al ser de mínimo espesor y estar sobre un material aislante de una inercia térmica bajísima, se puede elevar muchísimo su temperatura dañando con esto el sistema. Por ello es recomendable el uso de colores y superficies que tengan grado de reflexión a la luz superior al 20%, vale decir superficies claras y relativamente lisas.

4.5.2 Arquitectura en FV

Las FV se caracterizan por utilizar revestimientos anclados mecánicamente a un sistema de perfilería especialmente dispuesto para su sujeción. Los revestimientos a utilizar son placas que pueden ser plásticas, cerámicas, de fibrocemento, de piedra natural e incluso de metal.

El sistema FV permite la adaptación de cualquier tipo de revestimiento exterior permitiendo una total libertad en cuanto a combinaciones y acabados, facilitando que el arquitecto otorgue al edificio su toque personal sin modificar la estructura y cerramiento del mismo. Todo esto influirá en el costo final, por lo que es muy recomendable determinar inicialmente el tipo y formato de revestimiento, para luego definir qué sistema portante es el más adecuado tanto por sus características mecánicas como económicas.

En el sistema FV se requiere que el aire tenga libre acceso entre el revestimiento y la aislación, permitiendo que se facilite el efecto chimenea. Por este motivo, las terminaciones superior e inferior de este sistema se ven acotadas a aquellas que permitan la libre circulación de aire. Generalmente se utilizan perfiles especiales en dichas terminaciones, teniendo cuidado de cubrir la parte superior de tal manera de permitir la salida del aire, impidiendo la penetración de agua producto de lluvias.

El sistema FV no presenta juntas, como ya se mencionó, se compone de placas que se colocan sobre una perfilería por lo que no es necesario la utilización de juntas de dilatación. Los únicos puntos de encuentro que se deben tratar son las esquinas. Las esquinas en una FV se deben tratar de tal forma que se permita el movimiento del sistema por dilataciones o por sismos, evitando a la vez las filtraciones de agua. Para este propósito se utilizan perfiles metálicos especiales que se adaptan a las necesidades del sistema. Estos perfiles pueden ser angulados o curvos y se pueden encontrar en diferentes colores y con diversos tipos de acabado, lo que permite dar una continuidad a la arquitectura de la fachada.

Es recomendable que las soluciones de vanos y penetraciones se tomen en conjunto con el arquitecto y el proveedor del sistema portante, dado que hay una infinidad de soluciones que dependerán de la estética que se quiera lograr, garantizando la funcionalidad de éstas. Dadas las características del sistema de FV, se puede adoptar un sistema de perfilería especial acorde al contorno del edificio, permitiendo así que se creen formas curvas, rectas o anguladas sin mayores problemas.

4.5.3 Arquitectura en FNV

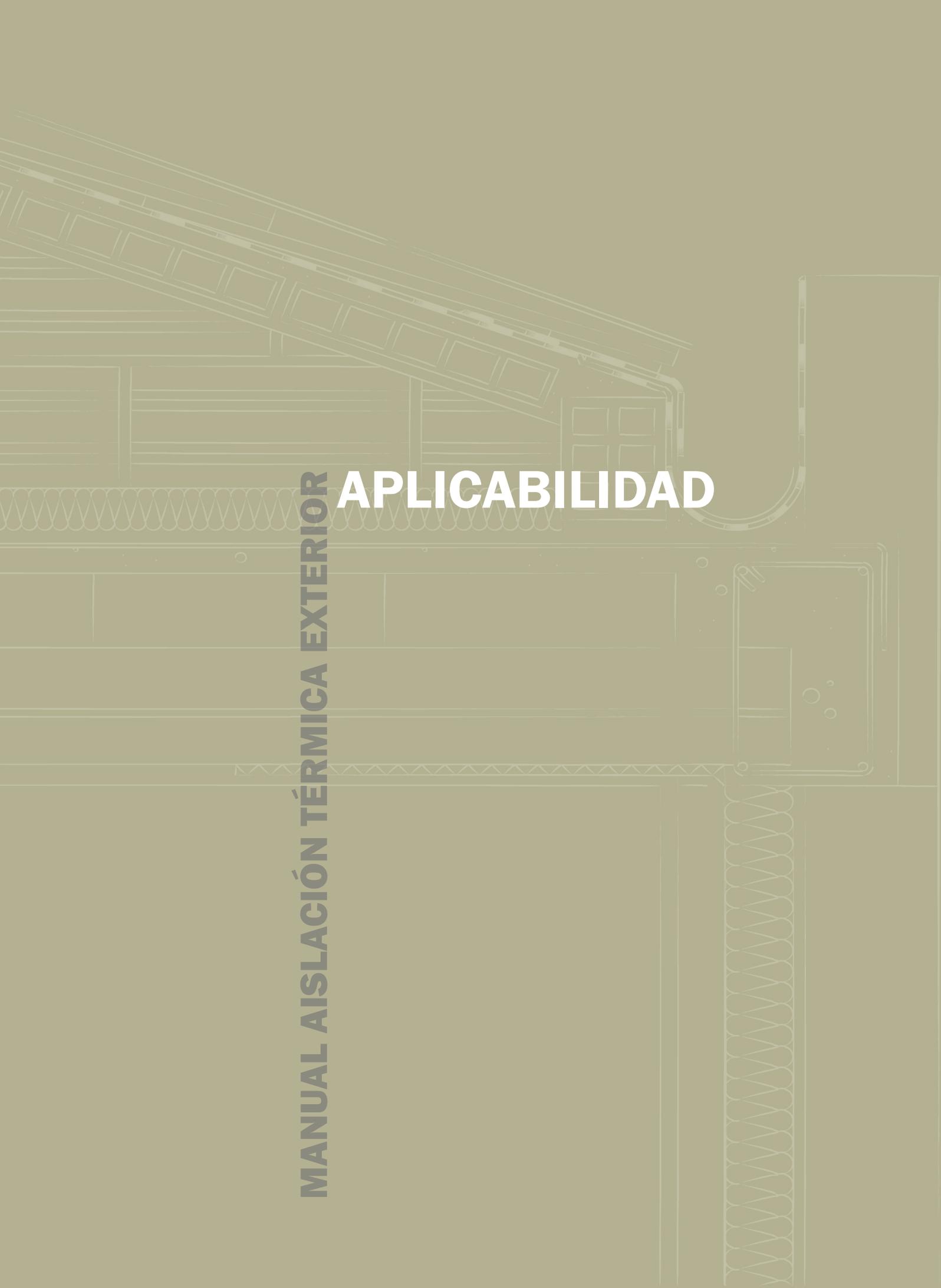
Dadas las características de las FNV, el arquitecto tiene la posibilidad de considerar tanto revestimientos del tipo EIFS como del tipo FV. La mayor ventaja de un sistema FNV es que puede usar una gran variedad de sistemas de revestimiento (ver apartado 3.3 Consideraciones en FNV).

No se debe olvidar que el sistema a utilizar debe, primero que todo, cubrir las necesidades de aislación térmica acorde a las características propias del edificio y el entorno, por ello, aunque se tenga un abanico amplio de posibilidades, el tipo de FNV a utilizar dependerá de la fijación de la solución al sustrato del edificio.



MANUAL AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

APLICABILIDAD



5 APLICABILIDAD

Existe una gran variedad de alternativas en soluciones de aislación térmica, ya sean aislaciones exteriores, interiores, al interior del muro o combinaciones de éstas, además de las envolventes hechas con materiales estructurales de buen comportamiento térmico. Las posibilidades son numerosas, por esto es recomendable estudiar con detenimiento las características propias del proyecto para decidir adecuadamente qué tipo de aislación utilizar.

5.1 Factores de interés

La elección del tipo de aislamiento a utilizar en un determinado edificio dependerá de diversos factores, tales como la ubicación del edificio, el entorno físico, el uso del inmueble y las condiciones climáticas del lugar. También se deben considerar los materiales constructivos utilizados y las características arquitectónicas del edificio.

5.1.1 Ubicación geográfica

De la ubicación geográfica del edificio dependerá el soleamiento que éste reciba durante el año; de esta manera, conociendo las coordenadas geográficas del lugar se puede determinar cómo se deben ubicar las superficies vidriadas de tal forma de recolectar eficientemente el calor solar, si se trata de aprovechamiento solar, o bien la ubicación de elementos de defensa solar tales como queiebrasoles, aleros, etc. Desde el punto de vista de la aislación se puede determinar cuáles son las caras más frías de la envolvente de tal manera de protegerlas mejor, así se puede aplicar más material aislante en aquellas partes donde las pérdidas de calor sean mayores.

La ubicación geográfica del edificio determina también, en forma general, el clima al cual estará sujeto el inmueble. Se puede determinar si se tiene un clima costero, de valle o cordillerano por ejemplo (Ver 5.2.2.1 Zonas climáticas).

5.1.2 Entorno físico

Al proyectar la aislación en un edificio se debe examinar el entorno físico de éste, es decir, dónde se encuentra ubicado, por ejemplo si está ubicado frente al mar, en una zona rural o en el medio de una ciudad. Con la caracterización del entorno físico se pueden determinar las condiciones de viento y las horas de sol que se tendrán que considerar en el edificio.

Si las condiciones de viento determinadas por el entorno físico y por las características climáticas del lugar son tales que se tiene una presencia importante de viento, se debe recordar que para vientos mayores de 10 km/h, la capa de aire exterior se debe considerar nula, es decir, $R_{se} = 0$ en vez de 0,05.

Existen softwares que permiten simular y/o modelar la carga energética considerando todas las variables posibles.

5.1.3 Uso del edificio

Dependiendo del uso del edificio será el tipo de aislación a colocar. Si el edificio es utilizado durante todo el día en forma continua, lo ideal es utilizar un sistema de aislación exterior, permitiendo el aprovechamiento de la inercia térmica del edificio; por el contrario, si el recinto se utiliza en forma esporádica por algunas horas diarias, lo ideal es utilizar aislación interior, de esta manera se permite un acondicionamiento térmico rápido del recinto. Sin embargo, hay que considerar las variaciones de clima anual y estacional que puedan haber en la localidad donde se ubica el edificio.

5.1.4 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas a las cuales estará sujeto el edificio determinarán el tipo de aislación a utilizar, así como también la cantidad de material aislante que se debe adicionar y los resguardos necesarios para proteger tanto la aislación como la envolvente del edificio de los efectos de los agentes climáticos. Los factores que más interesan son:

- Oscilación de temperaturas, temperaturas media, máxima y mínima promedio.
- Dirección y velocidad del viento.
- Cantidad de agua caída máxima en 24 horas y cantidad de agua caída anual.

5.1.5 Materiales constructivos

En la actualidad existe una gran variedad de materiales constructivos, dentro de los cuales se tienen:

- Hormigón armado.
- Albañilería.
- Hormigón celular.
- Paneles prefabricados.
- Madera.
- Otros.

Cada material tiene un comportamiento térmico específico, dadas sus propiedades térmicas. Al seleccionar el tipo de aislación a utilizar se deben tener en cuenta las propiedades de la envolvente de tal forma de aprovechar sus características térmicas en la solución aislante. La norma NCh853 permite calcular las transmitancias térmicas respectivas.

5.1.6 Características arquitectónicas

El tipo de arquitectura del edificio es uno de los puntos a tener en cuenta al momento de decidir cuál solución será utilizada en relación a la aislación térmica. Es importante determinar las superficies vidriadas que presenta el proyecto y su orientación (hacia donde están ubicadas las fachadas principales del edificio). También es primordial verificar que la solución escogida pueda ser aplicada según las geometrías del edificio y si el proyecto arquitectónico puede ser llevado a cabo, si es que se utiliza un tipo de aislación exterior, es decir, si se pueden lograr las texturas, colores y geometrías que el diseño arquitectónico del edificio requiere.

5.2 Ubicación del sistema de aislación en la envolvente

Luego de identificar los factores que influyen en el tipo de aislación a utilizar, se debe determinar aquella solución que mejor se adapte a las condiciones presentes en el proyecto, de manera de obtener un edificio eficiente energética y confortablemente.

A continuación se dará una guía para determinar la ubicación óptima de la aislación según los requerimientos del proyecto.

5.2.1 Tipos de aislaciones

Para la determinación del tipo de aislación a utilizar se deben primero determinar las posibles configuraciones en la ubicación del material aislante.

Las configuraciones que se considerarán en este capítulo son las siguientes:

- Aislación por la cara exterior de la envolvente.
- Aislación por la cara interna de la envolvente.
- Aislación al interior del cerramiento.
- Aislación por ambas caras de la envolvente, en forma simétrica.
- Aislación por ambas caras de la envolvente, de forma asimétrica.

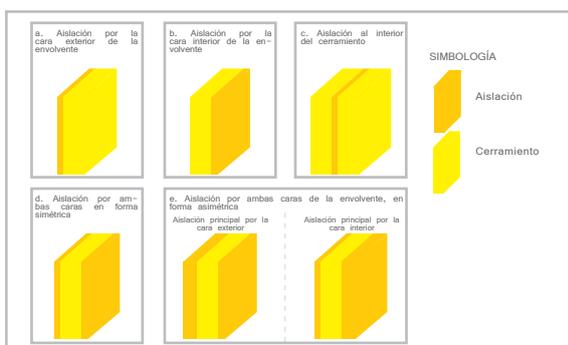


Fig. 5-a: Configuraciones en la ubicación de la aislación en la envolvente.

Dentro de cada una de estas configuraciones se tienen diferentes alternativas, tanto en sistemas de aislación como en materiales aislantes. La decisión de cuál sistema utilizar y de qué materiales disponer se deberá tomar considerando la arquitectura del proyecto y la cantidad necesaria de resistencia térmica a adicionar en la envolvente.

5.2.2 Variables

Los factores de interés son los mencionados anteriormente, sin embargo, para lograr una guía más exacta, se ocuparán como variables de entrada dos factores: la zona climática y el uso del edificio.

5.2.2.1 Zonas climáticas

El país está caracterizado por nueve zonas climáticas bien características según la norma NCh1079 Of.77, desde el punto de vista de las edificaciones habitables. Las nueve zonas climáticas son:

- NL: Norte Litoral.
- ND: Norte Desértica.
- NVT: Norte Valle Transversal.
- CL: Central Litoral.
- CI: Central Interior.
- SL: Sur Litoral.
- SI: Sur Interior.
- SE: Sur Extremo.
- An: Andina.

La tabla 5.a muestra un resumen con las características de cada zona.

Una zona climática agrupa un conjunto similar de requerimientos del edificio respecto a las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento del mismo.

5.2.2.2 Variables de uso

El uso de un edificio se caracteriza según los siguientes factores:

- **Escaso:** Uso de recintos por periodos cortos, de hasta 8 horas, espaciados en el tiempo por intervalos largos. Ejemplo: recintos deportivos, salas de espectáculos.
- **Parcial:** Determinado por el uso de un edificio durante periodos de hasta 12 horas continuas, espaciados durante el día por intervalos de tiempo de hasta 16 horas. Ejemplo: oficinas, escuelas.
- **Total:** Uso de un recinto durante periodos largos de más de 24 horas seguidas, o por periodos de 6 a 12 horas de forma relativamente continuada. Ejemplo: edificios habitacionales, hospitales, hoteles.

Tabla 5.a

Localización y descripción del clima por zonas

Zona	Localización	Características Generales
NL	Se extiende desde el límite con el Perú hasta el río Aconcagua, ocupando la faja costera al lado occidental de la Cordillera de la Costa, hasta donde se deja sentir directamente la influencia del mar. En los valles que rematan los ríos y quebradas se producen penetraciones de esta zona hacia el interior. Ancho variable llegando hasta 50 km aproximadamente.	Zona desértica con clima dominante marítimo. Poca oscilación diaria de temperatura. Nubosidad y humedad que disipa al medio día. Soleamiento fuerte en las tardes. Lluvias nulas en el norte y débiles en el Sur. Vientos de componente W. Atmósfera y suelo salinos. Vegetación nula o escasa.
ND	Ocupa la planicie comprendida entre ambas cordilleras (de la Costa y de los Andes). Desde el límite con el Perú hasta la altura de Potrerillos, Pueblos Hundido y Chañaral excluidos. Como límite oriental puede considerarse la línea de nivel 3000 m aproximadamente.	Zona desértica, sin lluvias, calurosa. Atmósfera limpia con fuerte radiación solar. Noches frías. Fuerte oscilación diaria de temperaturas. Ambiente seco. Vegetación nula. La cruza el río Loa, formando una angosta subzona de microclima particular. Vientos fuertes.
NVT	Ocupa la región de los cordones y valles transversales al oriente de la zona NL excluida la Cordillera de los Andes por sobre 400 m y desde Pueblo Hundido hasta el valle del río Aconcagua, excluido,	Zona semidesértica. Veranos largos y calurosos. Microclimas en los valles. Lluvias escasas aumentando hacia el sur. Fuerte radiación solar y oscilación diaria de temperaturas. Escasas nubosidad. Vegetación en aumento. Vientos irregulares. Atmósfera relativamente seca.
CL	Cordón costero continuación zona NL desde el Aconcagua hasta el valle del Bío-Bío excluido. Penetra ampliamente en los anchos valles que abren las desembocaduras de los ríos.	Zona con clima marítimo. Inviernos cortos de 4 a 6 meses. Temperatura templada. Nubosidad en verano disipa a mediodía. Lluvias importantes. Vientos de componente W. Suelo y ambiente salinos y relativamente húmedos. Vegetación normal.
CI	Valle central comprendido entre la zona NL y la precordillera de los Andes por bajo los 1000 m. Por el N comienza con el valle del Aconcagua o por el S llega hasta el valle del Bío-Bío excluido,	Zona de clima mediterráneo. Temperaturas templadas. Inviernos de 4 a 5 meses. Vegetación normal. Lluvias y heladas en aumento hacia el S. Insolación intensa en verano especialmente hacia el NE. Oscilación diaria de temperatura moderada, aumentando hacia el E. Viento del SW.
SL	Continuación de zona CL desde el Bío-Bío hasta Chiloé y Puerto Montt. Variable en anchura, penetrando por los valles de los numerosos ríos que la cruzan.	Zona de clima marítimo, lluvioso. Inviernos largos. Suelo y ambiente salinos y húmedos. Vientos fuertes de componente W. Vegetación robusta. Temperatura templada a fría.
SI	Continuación de zona CI desde el Bío-Bío incluido, hasta la ensenada de Reloncaví. Hacia el E, hasta la Cordillera de los Andes por debajo de los 600 m aproximadamente.	Zona lluviosa y fría con heladas frecuentemente. Veranos cortos de 4 a 5 meses con insolación moderada. Lagos y ríos numerosos, con microclimas. Vegetación robusta. Ambiente y suelo húmedo. Vientos S y SW.
SE	La constituye la región de los canales y archipiélagos desde Chiloé hasta Tierra del Fuego. Contiene una parte continental hacia el E.	Zona fría y muy lluviosa, disminuyendo de W a E. Clima especialmente marítimo en zonas bajas. Fuertes vientos. Nubosidad casi permanente. Veranos muy cortos. Suelo y ambiente muy húmedo. Vegetación muy robusta. Heladas y nieve en zonas altas como asimismo radiación solar moderada en verano. Microclimas importantes en el interior.
An	Comprende la faja cordillerana y precordillerana superior a los 3 000 m de altitud en el Norte (Zona Altiplánica) que bajando paulatinamente hacia el Sur se pierde al Sur de Puerto Montt. > 900 m de altitud.	Zona de atmósfera seca, grandes oscilaciones de temperatura entre día y noche. Tormentas de verano en el altiplano (norte). Ventiscas y nieve en invierno. Vegetación de altura. Gran contenido de ultravioleta en la radiación solar. Dado que presenta grandes diferencias en latitud y altura, presenta características muy particulares a lo largo de ella, siendo en general de condiciones muy severas.

NCh1079.0f77 y G. Rodríguez, "Zonificación climática-habitacional para Chile". Rev. IDIEM, Vol.11, N°3, 1973.

Las variables de uso se deben estimar de acuerdo a las necesidades de los ocupantes del edificio. Por ejemplo, se puede tener un recinto habitacional ocupado por un profesional cuyo trabajo lo hace estar en forma esporádica, en este caso el uso será escaso o parcial y no total como se podría suponer.

5.2.3 Guía para la ubicación del aislante en la envolvente

Dependiendo de las variables descritas anteriormente, zona climática y variable de uso, se puede determinar en una primera instancia la ubicación más efectiva de la aislación en el cerramiento:

- Para zonas climáticas con grandes oscilaciones térmicas (zonas ND, NVT, CI y An) se recomienda el uso de aislación exterior, así se aprovecha la inercia térmica de los elementos estructurales lo que permite desfase entre la temperatura interior del edificio y la temperatura exterior y una oscilación interior menor de temperatura.
- En zonas con presencia de temperaturas bajo 0°C (zonas CI, SI, SE y An), lo recomendable es utilizar aislación exterior con el propósito de proteger el muro de las heladas y evitar el congelamiento de los materiales estructurales, también se evitan los ciclos de hielo y deshielo en los materiales del cerramiento.
- En edificios cercanos a la costa, donde las oscilaciones diarias de temperatura son bajas, la aislación puede ser interior (zonas NL, CL, SL y SE).
- Si un edificio es de uso permanente, la aislación debería estar ubicada en la cara externa de la envolvente, de esta manera se aprovecha la capacidad de los materiales constructivos de almacenar calor para una liberación paulatina a lo largo del día, en las horas cuando la temperatura disminuye. Por el contrario, si el edificio se usa en forma esporádica, se necesitará que se logre un ambiente de confort en forma rápida, por ello se debería utilizar aislación interior.

A continuación se presenta una tabla donde se determinan las posibles ubicaciones de la aislación en la envolvente, según la zona climática donde se ubique el edificio y el tipo de uso que se le dará.

- a. Aislación por la cara exterior de la envolvente.
- b. Aislación por la cara interior de la envolvente.
- c. Aislación al interior del cerramiento envolvente.

- d. Aislación por ambas caras de la envolvente, en forma simétrica.
- e. Aislación por ambas caras de la envolvente, de forma asimétrica.

5.3 Recomendaciones de uso según los materiales estructurales de la envolvente

Como se dijo anteriormente, los diferentes tipos de aislación existentes también se pueden utilizar de manera de aprovechar las ventajas de los materiales constructivos de la envolvente.

Las soluciones constructivas prefabricadas son ideales para la inclusión de materiales aislantes en la estructura misma, de manera de no tener que adicionar una capa aislante a la envolvente.

Para envolvente de hormigón armado se recomienda el uso de aislación exterior de tal manera de aprovechar la inercia térmica de la masa del hormigón, sobre todo si el recinto está destinado a un uso continuo, tales como edificios habitacionales, hospitales y hoteles.

En las envolventes de albañilería también se puede aprovechar la inercia térmica, aunque en estos casos es algo menor. En este tipo de estructuras la aislación interior resulta conveniente, siempre que esté de acuerdo al uso del edificio y a las características climáticas del lugar.

Tanto en hormigón armado como en albañilería se puede utilizar aislación por ambos lados de la envolvente sin problemas.

Se recomienda siempre proteger el cerramiento de los efectos de la lluvia por medio de sidings o sistemas similares, cualquiera sea la ubicación de la aislación en la envolvente y el material del muro, especialmente en aquellos lugares lluviosos con presencia de viento.

Se recomienda siempre proteger el cerramiento de los efectos de la lluvia por medio de sidings o sistemas similares, cualquiera sea la ubicación de la aislación en la envolvente y el material del muro, especialmente en aquellos lugares lluviosos con presencia de viento.

Tabla 5.b

Ubicaciones recomendables de la aislación según el uso del edificio y la zona climática.

		USO		
		ESCASO	PARCIAL	TOTAL
Zona climática (NCh1079)	NL	b	b,c	b,c
	ND	b	c, a	a
	NVT	b	c, a	a
	CL	b	b,c	b,c
	CI	b, e	b, c, d, e	a, d, e
	SL	b, e	b, c, e	a, d, e
	SI	d, e	a, d, e	a, d, e
	SE	d, e	a, d, e	a, d, e
	An	d, e	a, d, e	a, d, e

- a. Aislación por la cara exterior de la envolvente.
- b. Aislación por la cara interior de la envolvente.
- c. Aislación al interior del cerramiento envolvente.
- d. Aislación por ambas caras de la envolvente, en forma simétrica.
- e. Aislación por ambas caras de la envolvente, de forma asimétrica.

MANUAL AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

APLICACIONES PRÁCTICAS



6 APLICACIONES PRÁCTICAS

En los capítulos anteriores se presentaron los sistemas de aislamiento exterior más comunes (EIFS y FV) y la aplicabilidad de estos y otros sistemas de aislamiento, ya sean interior, exterior, en ambas caras o al interior del muro. A continuación se presentarán algunos ejemplos de aplicaciones prácticas de la materia aquí estudiada.

6.1 Gasto energético

Es importante saber cuán efectivo es el tipo de cerramiento que se dispone en un edificio de determinadas características en cuanto a las pérdidas de energía. Una forma de determinarlo, es por medio de cálculos simples que, considerando sólo las resistencias térmicas de los materiales de construcción, pueden entregar el gasto energético, el cual conviene expresar por metro cuadrado de superficie de planta, permitiendo una determinación más precisa del gasto real del inmueble, al considerar sólo aquellas superficies que se mantuvieron realmente calefaccionadas.

De esta forma, calculando el gasto energético por metro cuadrado de superficie, $G_{\text{energético}}$, se puede determinar de manera teórica qué tan eficiente energéticamente es la envolvente utilizada. Dicho valor se expresa en kWh / (m²·año).

El $G_{\text{energético}}$ es un valor teórico que sólo considera las pérdidas térmicas por la envolvente (resistencia térmica) y las pérdidas por renovaciones de aire supuestas o programadas. Para tener un estudio más acabado del edificio, éste debe ser modelado por medio de algún software especializado, de manera de tomar en cuenta la ubicación geográfica del edificio, su entorno físico, el clima del lugar, las condiciones de uso y los detalles estructurales del edificio en sí.

El $G_{\text{energético}}$ se calcula en base a los coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas, G_{V1} y G_{V2} (ver Anexos). Dichos valores dependen de las superficies que se encuentren en contacto con el exterior, de esta forma tanto el G_{V1} como el G_{V2} varían dependiendo de si el inmueble tiene una o más partes de su envolvente compartidas con otro inmueble, esto se ejemplifica en la figura 6-a.

A modo de ejemplo, se determinará el gasto térmico por metro cuadrado de superficie de un edificio de vivienda tipo (casa básica de 1 piso), considerando tres materiales constructivos diferentes y dos tipos de vidrioado.

Las características de esta construcción son:

- Altura: 2,5 m
- Ancho: 5 m
- Largo: 10 m
- Superficie planta: 50 m²
- Volumen: 125 m³

La planta de la casa de este ejemplo se muestra en la siguiente figura:

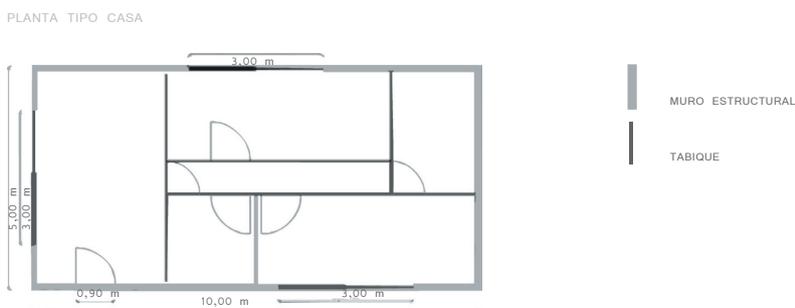


Fig. 6-a: Planta de la vivienda tomada como ejemplo, casa básica de un piso.

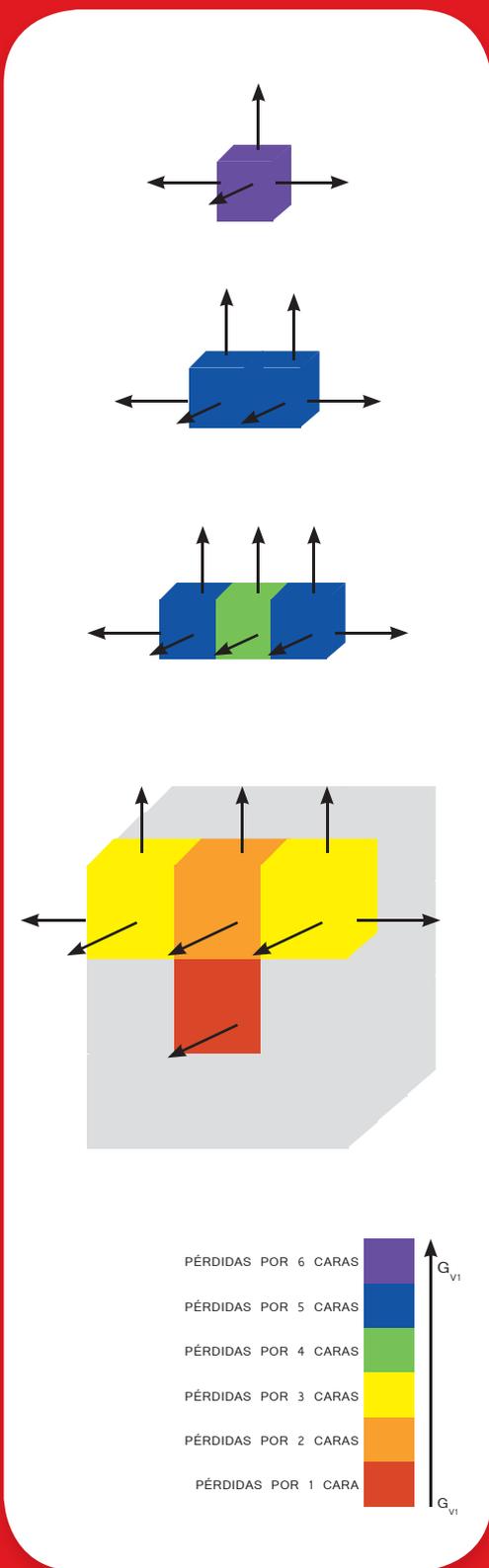


Fig. 6-b: Pérdidas por envolvente

Como materiales constructivos se considerarán los siguientes:

Tabla 6.a

Materiales constructivos

Materiales	Características			
	UI [W/(m·K)]		Dato	
Piso en contacto con el terreno	1,0		NCh853	
Piso aislado de madera	1,0		NCh853	
Envolvente	Espesor [m]	λ [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]	Dato
Ladrillo cerámico estructural (29cmX14cmX 7,1cm)	0,14	0,46	0,304	NCh853
Hormigón armado (2400kg/m ³)	0,15	1,63	0,092	NCh853
Bloque macizo de hormigón celular (H.C.A.) (700kg/m ³)	0,15	0,16	0,938	NCh2432
Estructura liviana Periferia de madera (E.L.M.)	-	-	1,504	*
Estructura liviana Periferia acero (E.L.A.)	-	-	2,210	*
Puertas	Espesor [m]	λ [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]	Dato
Madera de pino insigne macizo (410kg/m ³)	0,045	0,104	0,433	NCh853
Ventanas (Sin considerar periferia)	Espesor [m]	λ [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]	Dato
Vidrio monolítico (2500kg/m ³)	0,004	1,2	0,003	NCh853
Doble vidrio hermético (4 - 16 - 4 mm)	-	-	0,167	NCh853*
Techumbre	U [W/(m ² ·K)]		Dato	
Transmitancia máxima zona 7	0,25		OGUC	

* Resistencia calculada según tabla 6-b.

Las resistencias de las estructuras livianas se calculan considerando todos los elementos que las componen, de la siguiente manera:

Tabla 6.b

Cálculo de resistencias y transmitancias de estructuras livianas

Estructura liviana, periferia de madera	λ	e	R m ² K/W
Plancha Fibrocemento	0,230	0,008	0,035
Lana de Fibra de Vidrio	0,043	0,060	1,412
Yesocartón (700kg/m ³)	0,260	0,015	0,058
Rsi + Rse	0,170	g	0,170
Resistencia Térmica, RT [m ² K/W]	1,674		
Transmitancia Térmica, U [W/m ² K]	0,597		
Estructura liviana, periferia de acero	λ	e	R m ² K/W
Plancha Fibrocemento	0,230	0,008	0,035
Lana de Fibra de Vidrio	0,043	0,090	2,118
Yesocartón (700kg/m ³)	0,260	0,015	0,058
Rsi + Rse	0,170	g	0,170
Resistencia Térmica, RT [m ² K/W]	2,380		
Transmitancia Térmica, U [W/m ² K]	0,420		

Dentro de los elementos se considera una techumbre con una transmitancia térmica de 0,47 [W/(m²·K)], valor de la transmitancia máxima permitida para sistemas de techos en la zona 3, según la reglamentación vigente. Se escogió la zona térmica 3 dada la gran población que vive en esta zona, cerca de la mitad de la población total del país.

Se calcula la transmitancia térmica de cada elemento para calcular luego los gastos energéticos para cada tipo de envolvente considerando los dos tipos de ventanas para cada situación, para ello se calculan los factores de pérdidas térmicas G_{V1} y G_{V2} .^{xv} Las transmitancias térmicas de los elementos constructivos y los gastos energéticos se presentan en las siguientes tablas, donde para los cálculos de G_{V2} se utilizó $n = 1$ (valor promedio de renovaciones de aire en una casa tipo), mientras que para el cálculo del gasto energético por superficie se calculó considerando 875 grados-días, valor promedio del escalón correspondiente a la zona térmica 3 (entre 750 y 1000 grados-días) que especifica la OGUC en su artículo 4.1.10.

Tabla 6.c

Transmitancias térmicas

Elemento	U [W/(m ² ·K)]	Superficie [m ²]
Puertas	1,7	1,8
Techo	0,3	50
Envolvente		
Hormigón armado	3,8	64,2
Ladrillo	2,1	64,2
H.C.A.	0,9	64,2
E.L.M.	0,6	64,2
E.L.A.	0,4	64,2
Ventanas		
Vidrio monolítico	5,8	9
Doble vidrio hermético	3,0	9
Piso en contacto con terreno ^{xvi}	UI [W/(m·K)]	Superficie [m ²]
Piso aislado	1	30,0

^{xiv} Resistencia calculada según la norma NCh853, considerando los valores de conductividad térmica para vidrio simple y resistencia para cámara de aire con flujo horizontal con $\epsilon=0,9$, igual en ambos lados.

^{xv} Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de los gastos energéticos y los factores de pérdida G_{V1} y G_{V2} se encuentran en la sección Anexos, en el capítulo "Cálculo de gastos energéticos".

^{xvi} Para el cálculo del gasto térmico para pisos en contacto con el terreno se considera una transmitancia térmica lineal, UI, por el perímetro de la envolvente (NCh853).

Tabla 6.d

Pérdidas térmicas y gastos energéticos

Pérdidas térmicas por unidad de volumen	G_{ca} [W/(m ² ·K)]	G_{ca} [W/(m ² ·K)]	$G_{energético}$ [kW·año/m ²]
Vidrio monolítico			
Hormigón armado	2,827	3,177	166,813
Ladrillo	1,950	2,300	120,751
H.C.A.	1,331	1,681	88,254
E.L.M.	1,174	1,524	80,005
E.L.A.	1,083	1,433	75,232
Doble vidrioado hermético			
Hormigón armado	2,626	2,976	156,233
Ladrillo	1,749	2,099	110,171
H.C.A.	1,130	1,480	77,674
E.L.M.	0,972	1,322	69,425
E.L.A.	0,881	1,231	64,652

Si se analizan las transmitancias térmicas, la envolvente hecha de hormigón celular es la que presenta un mejor comportamiento y se podría utilizar sin añadir materiales aislantes hasta la zona térmica 6, mientras que para la zona térmica 7 se puede aumentar el espesor de los bloques de hormigón celular de manera de obtener

la resistencia necesaria; la estructura de ladrillo se podría utilizar sin aislantes en las zonas 1 y 2, mientras que la envolvente de hormigón armado sólo se podría utilizar en la zona 1 sin tener que adicionar algún tipo de aislante. Esto, considerando la normativa vigente, la que establece un mínimo de resistencia térmica necesaria. Lo recomendable es utilizar un sistema aislante que asegure una resistencia térmica alta, superior a la mínima establecida en la OGUC. Las transmitancias de las estructuras livianas, tanto con perfilería de madera como de acero, son las más bajas debido a que ya cuentan con aislación en su interior y cumplen, además, con las exigencias de transmitancia térmica de todas las zonas térmicas.

A continuación se presenta un gráfico donde se puede observar la resistencia térmica de cada solución estructural en cuanto a su espesor. En dicho gráfico se observa cómo el hormigón celular aumenta su resistencia considerablemente, en comparación al comportamiento del hormigón armado y al ladrillo cerámico, al aumentar su espesor. El hormigón celular se podría ocupar incluso en zona térmica 7 si se utiliza un espesor adecuado. No se incluyen en este gráfico las estructuras livianas, ya que cumplen sin problema con la resistencia térmica exigida en cada una de las 7 zonas térmicas.

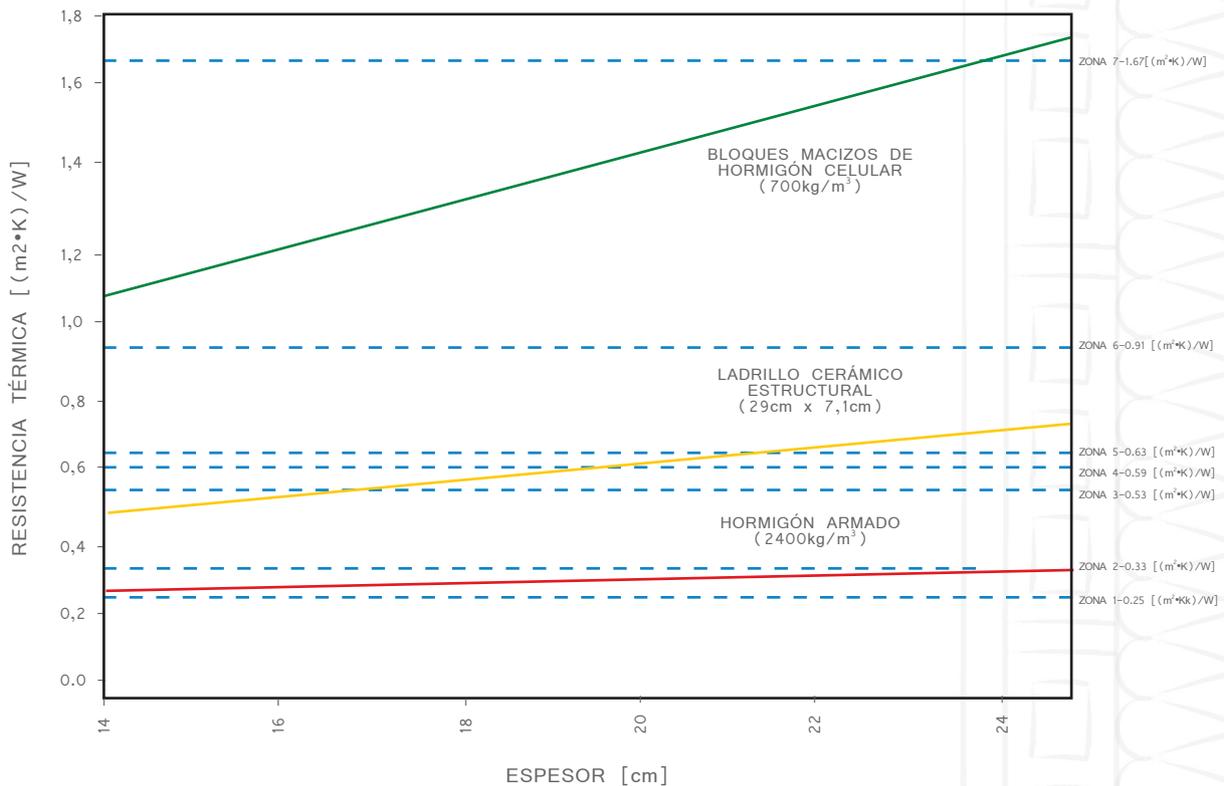


Fig. 6-c: Gráfico de resistencia térmica en función del espesor del cerramiento, sin aislación adicional.

En la Tabla 6-e se muestra el gasto energético por unidad de superficie para cada una de las 7 zonas térmicas, considerando las mismas características anteriores. Los cálculos se realizaron considerando la transmitancia térmica máxima para techos permitida en cada zona térmica según la OGUC y los grados-días indicados a continuación, correspondientes al valor promedio del escalón correspondiente a cada zona térmica, excepto en la zona 7, en la cual se utilizó el valor límite.

Tabla 6.e

Grados días utilizados para cada zona térmica

Zona térmica	1	2	3	4	5	6	7
GD	250	625	875	1125	1375	1750	2000

Tabla 6.f

Gasto energético por unidad de superficie, según zona térmica

	$G_{energético}$ [kW·año/m ²]						
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
Vidrio monolítico							
Hormigón armado	4988	12130	16681	21204	25752	32565	37073
Ladrillo	3672	8820	12075	15282	18513	23352	26544
H.C.A.	2744	6499	8825	11104	13406	16853	19116
E.L.M.	2508	5910	8000	10043	12110	15203	17231
E.L.A.	2371	5669	7523	9430	11360	14248	16140
Doble vidrioado hermético							
Hormigón armado	4686	11355	15623	19844	24089	30449	34655
Ladrillo	3370	8064	11017	13922	16851	21236	24126
H.C.A.	2441	5743	7767	9744	11744	14737	16698
E.L.M.	2206	5154	6942	8683	10448	13087	14812
E.L.A.	2069	4813	6465	8069	9698	12132	13722

Una vez determinados los gastos energéticos, se puede determinar la cantidad necesaria de material aislante a utilizar para obtener un valor de transmitancia térmica de la envolvente dentro de los parámetros establecidos por la reglamentación vigente, considerando la zona térmica donde se encuentre ubicado el edificio. De la misma manera se puede calcular la cantidad de aislante necesario para minimizar los gastos de energía por metro cuadrado de envolvente.

Como se puede apreciar, el tipo de material estructural que se utilice incide directamente en la aislación del edificio, así como también incide de manera importante el sistema de ventanas en su superficie.

6.2 Cálculo de la aislación necesaria

La cantidad de aislación mínima necesaria para cumplir con la normativa vigente se puede calcular de una manera sencilla, determinando la resistencia total de la envolvente.

A manera de ejemplo, se considerarán tres tipos de envolventes, diferenciadas básicamente en el material estructural utilizado. Las características de las 3 envolventes son:

Tabla 6.g

Características de las envolventes estudiadas

Envolvente	Espesor [m]	λ [W/(m·K)]	R [m ² ·K/W]	RT [m ² ·K/W]	Dato
Ladrillo cerámico estructural (29cm X 14cm X 7,1cm)	0,14	0,46	0,304	0,474	NCh853
Hormigón armado (2400kg/m ³)	0,15	1,63	0,092	0,262	NCh853
H.C.A. (700kg/m ³)	0,15	0,16	0,938	1,108	NCh2432

Nota: El valor de la resistencia total de cada envolvente se calcula según la norma NCh853, considerando la suma de las resistencias superficiales interior y exterior, $R_{si} + R_{se}$, igual a 0,17[m²K/W].

Una vez determinadas las características de las envolventes y sus respectivas resistencias totales RT, se puede verificar el cumplimiento de la normativa vigente con respecto a la resistencia mínima necesaria según la zona térmica donde se ubique el edificio, así como también la resistencia que se debe adicionar de alguna manera para cumplir con las disposiciones de la OGUC.

En las siguientes tablas se muestra el cumplimiento de la normativa según la zona térmica y la resistencia necesaria para cumplir con el valor mínimo establecido.

Tabla 6.h

Cumplimiento de la resistencia mínima establecida en la OGUC para cada zona térmica.

Zona térmica	RT [m ² •K/W]	Materiales		
		Ladrillo cerámico e=14cm	Hormigón armado e=15cm	H.C.A. e=15cm
		0,474	0,262	1,108
1	0,25	cumple	cumple	cumple
2	0,33	cumple	no cumple	cumple
3	0,53	no cumple	no cumple	cumple
4	0,59	no cumple	no cumple	cumple
5	0,63	no cumple	no cumple	cumple
6	0,91	no cumple	no cumple	cumple
7	1,67	no cumple	no cumple	no cumple

Nota: Los cálculos se realizan considerando los valores de Tabla 6-g

Tabla 6.i

Resistencia adicional necesaria para cumplir con la OGUC, según zona térmica, en m²•K/W.

Zona térmica	Materiales		
	Ladrillo cerámico e=14cm	Hormigón armado e=15cm	H.C.A. e=15cm
1	-	-	-
2	-	0,068	-
3	0,056	0,268	-
4	0,116	0,328	-
5	0,156	0,368	-
6	0,436	0,648	-
7	1,196	1,408	0,562

Nota: Los cálculos se realizan considerando los valores de Tabla 6-g

Para el caso de la envolvente de ladrillo cerámico, para las zonas donde no se cumple con la normativa, es recomendable utilizar algún material aislante que proporcione la resistencia necesaria. La resistencia térmica de la envolvente de hormigón se puede modificar aumentando su espesor, siempre que sea económicamente posible, si no

se puede adicionar una capa de material aislante. En el caso de la envolvente de bloques macizos de hormigón celular, la resistencia se puede mejorar aumentando su espesor.

Cabe destacar que la OGUC establece una resistencia térmica mínima necesaria que se debe cumplir en cada zona térmica, sin embargo, el óptimo energético se logra con resistencias algo mayores a las mínimas requeridas por dicha ordenanza.

6.3 Cálculo de resistencias en caso de muro húmedo

Cuando se utiliza un sistema de aislación interior, se mejora la resistencia de la envolvente, pero no evita que su superficie exterior se moje a menos que se utilice un sistema de recubrimiento exterior, pero si se utiliza un sistema de aislación exterior, como los estudiados anteriormente, se evita el humedecimiento de la superficie exterior de la envolvente. A continuación se mostrará un ejemplo numérico donde se calcula la resistencia de una envolvente vertical de albañilería (ladrillos cerámicos), en caso húmedo y en caso seco.

Para los cálculos se considerará una envolvente de albañilería de 14 cm de espesor, igual a la considerada en los ejemplos anteriores (estado seco). Para el estado húmedo se considerará que en estado húmedo la conductividad del ladrillo aumentaría en un 45%:

Tabla 6.j

Características de la envolvente

Envolvente	Estado	λ [W/(m•K)]	R [m ² •K/W]	R_s [m ² •K/W]
Ladrillo cerámico estructural (29cm X 14cm X 7,4cm)	Seco	0,460	0,304	0,474
	Húmedo	0,667	0,210	0,380

Sólo en las zonas térmicas 1 y 2 no habría necesidad de utilizar aislación para cumplir con la norma. En el resto de las zonas sería necesario aumentar la resistencia de la envolvente de alguna manera. La aislación exterior sería la más conveniente ya que en ese caso se considera la resistencia el ladrillo en su estado seco.

6.4 Relación entre resistencia y flujo de calor

La resistencia térmica total de la envolvente de un edificio influye directamente en las pérdidas o ganancias de calor. Como se ha mencionado anteriormente, la OGUC especifica una resistencia total mínima que debe tener la envolvente de una vivienda dependiendo de la zona térmica donde esté ubicada, sin embargo estos requerimientos están alejados del valor óptimo en cuanto a eficiencia energética se trata.

En la siguiente figura se muestra un gráfico para ejemplificar como influye la resistencia térmica total (R_T) en el flujo de calor por unidad de superficie de la envolvente y el ahorro energético que esto significa.

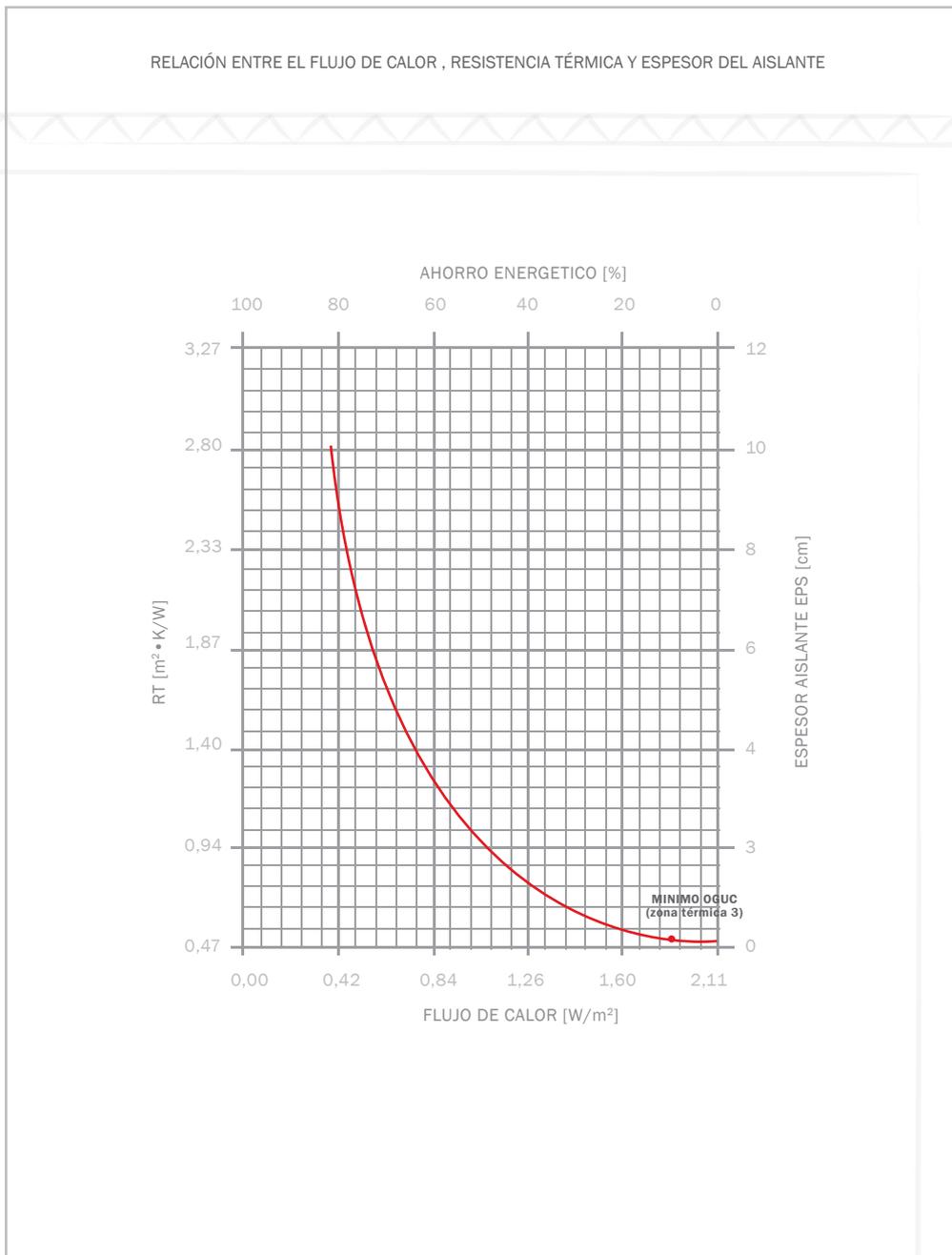


Fig. 6-d: Gráfico de comportamiento del flujo térmico en relación a la resistencia total y al espesor del aislante.

Para la realización de este gráfico se consideró como base una envolvente de albañilería (ladrillo cerámico estructural de 29cm X 14cm X 7,1cm) con una resistencia térmica de 0,304[m²K/W] y como material aislante, una placa de EPS de 10[kg/m³] con una conductividad térmica de 0,043[W/(m·K)]. La resistencia total de la envolvente se calculó considerando la resistencia de las capas de aire superficiales, R_{se}+R_{si}, igual a 0,17[W/(m·K)]. El resto de los datos utilizados se muestran en la siguiente tabla:

El porcentaje de ahorro energético (%_{AHORRO}) se calculó de la siguiente manera:

$$\%_{\text{AHORRO}} = \frac{\varphi_{S.A} - \varphi_{C.A}}{\varphi_{S.A}} \cdot 100$$

Tabla 6.k

Espesor aislante, resistencia térmica total, flujo de calor y ahorro energético.

Espesor aislante [cm]	Resistencia total, RT [m ² K/W]	Flujo de calor [W/m ²]	Ahorro energético [%]
0	0,474	2,108	0,00
0,5	0,591*	1,693	19,69
1	0,707	1,415	32,90
1,5	0,823	1,215	42,38
2	0,939	1,064	49,51
2,5	1,056	0,947	55,07
3	1,172	0,853	59,53
3,5	1,288	0,776	63,18
4	1,405	0,712	66,23
4,5	1,521	0,658	68,81
5	1,637	0,611	71,03
5,5	1,753	0,570	72,95
6	1,870	0,535	74,63
6,5	1,986	0,504	76,12
7	2,102	0,476	77,44
7,5	2,219	0,451	78,62
8	2,335	0,428	79,68
8,5	2,451	0,408	80,65
9	2,567	0,390	81,52
9,5	2,684	0,373	82,32
10	2,800	0,357	83,06

*La resistencia mínima requerida para la zona térmica 3 (Santiago) es de 0,53[m²K/W].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHIPEX. El poliestireno expandido y la reglamentación térmica en la construcción [en línea] <http://www.achipexag.cl/manual_achipex_construccion.pdf> [consulta: marzo 2008]
2. DUNKER D., Alberto. Aislamiento térmico exterior con poliestireno expandido: Recuperando la energía perdida. Revista Bit. (29), Mar. 2003.
3. EICHLER, Friedrich. Patología de la construcción: detalles constructivos. 2ª ed. Barcelona, Blume, 1973. 403 pp.
4. EIFS Industry Members Association. Guide to EIFS construction. USA, EIMA, 2000. 15 pp.
5. FRUTOS, B. y OLAYA, M. El sistema de fachada trasventilada como elemento de contribución al control de la transferencia de energía en el cerramiento del edificio [en línea]. España. <http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cclimamed%5C34.pdf> [consulta: abril 2008]
6. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN. Manual de aplicación de la reglamentación térmica. Chile, Instituto de la Construcción, 2006. 104 pp.
7. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh852.EOf71, Acondicionamiento ambiental – Materiales de construcción – Determinación de la permeabilidad al vapor de agua. INN, 1971. 17 pp.
8. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh1079.Of77, Arquitectura y construcción – Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico. INN, 1977.
9. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh1960.Of89, Aislación térmica – Cálculo de coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas. INN, 1989. 9 pp.
10. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh933.Of97, Prevención de incendio en edificios - Terminología. INN, 1997. 13 pp.
11. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh935/1.Of97, Prevención de incendio en edificios – Ensayo de resistencia al fuego – Parte 1: Elementos de construcción en general. INN, 1997. 29 pp.
12. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh2432.Of99, Bloques macizos de hormigón celular - Especificaciones. INN, 1999. 28 pp.

13. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh853. Of2007, Acondicionamiento térmico – Envolvente térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. INN, 2007. 15 pp.
14. ISOVER. Manual de aislamiento en la edificación. España, Isover. 161 pp.
15. KONSTANDT, Matías y col. Manual de construcción en base a moldajes de poliestireno expandido (ICF). 2ª ed. Chile, Exacta, 2005. 46 pp.
16. LINDLEY, Daniel. Aislación térmica exterior, requisito constructivo. Revista Bit. (20), Dic. 2000.
17. LUTZ, Hermann. Sistemas de aislación térmica exterior y de acabado de fachada. Revista Bit. (27), Sep. 2002.
18. NEILA G., F. Javier y BEDOYA F., César. Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental. Editorial Munilla-Lería, Madrid, España, Dic. 1997. 430 pp.
19. Norma básica española de la edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios.
20. OMEGA PRODUCTS INTERNATIONAL, INC. Akroflex Barrier EIFS Typical Details. USA, Omega Products International, Inc., 2007. 24 pp.
21. OMEGA PRODUCTS INTERNATIONAL, INC. Akroflex Water Managed EIFS Typical Details. USA, Omega Products International, Inc., 2007. 24 pp.
22. MINVU Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Artículo 4.1.10. Chile.
23. MINVU Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Artículo 4.3. Chile.
24. PARDAL, Cristina y PARICIO, Ignacio. Evolución de la fachada ventilada y propuesta de futuro. Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès, España, septiembre 2006.
25. RAMÍREZ, Claudia y CASARES, Marcelo. Eficiencia energética en viviendas: Más por menos. Revista Bit. (43), Jul. 2005.
26. RAMÍREZ F., Claudia. Confort térmico: El papel de la construcción. Revista Bit. (50), Sep. 2006.
27. ROCKWOOL PENINSULAR, S.A. Catálogo soluciones de aislamiento en respuesta al CTE. Rockwool Peninsular, S.A., Barcelona, España, 200-. 178 pp.
28. RODRIGUEZ Jaque, Gabriel. El clima chileno y su relación con la construcción habitacional. Revista del IDIEM. 11(3), Dic. 1972.
29. RODRIGUEZ Jaque, Gabriel. Zonificación climática-habitacional de Chile. Revista del IDIEM. 11(3), Dic. 1973.
30. RODRÍGUEZ Jaque, Gabriel. Aislamiento térmico: Humedad en elementos envolventes. Revista Bit. (57), Nov. 2007.
31. RODRÍGUEZ Jaque, Gabriel. Aislamiento térmico: Humedad en elementos envolventes II. Revista Bit. (58), Ene. 2008.
32. RODRÍGUEZ Jaque, Gabriel. Aislamiento térmico: Humedad en materiales. Revista Bit. (60), May. 2008.
33. THOMAS Jr., Robert G. Exterior insulation and finish system: Design handbook. 2ª ed. USA, CMD Associates Inc., 1993. 230 pp.
34. ULSAMER, Federico. Las humedades en la construcción. Barcelona, Ediciones CEAC, 1969. 269 pp.
35. VILDÓSOLA Z., Juan Pablo. Aislación y acabado final para paredes exteriores. Revista Bit. (25), Mar. 2002.

A

Aislación exterior: Sistema de aislación de la envolvente de un edificio, puesto en la cara exterior de la misma.

Aplacado: Recubrimiento realizado mediante placas de cualquier material distinto al del soporte.

B

Barrera de humedad: Capa que impide tanto la difusión de vapor como la aspiración capilar durante la vida de servicio de un edificio.

Barrera de vapor: Lámina resistente a la difusión de vapor de agua. Cumple la función de prever y evitar la condensación que se produce principalmente al interior de un elemento constructivo.

Bota gota o goterón: Ranura en la parte inferior del alféizar de una ventana que impide que el agua de la lluvia resbale por el muro. / Piedra con una moldura proyectada, diseñada para despedir el agua lejos de la fachada, situada en cornisas, puertas o ventanas; también llamada piedra de goterón. / Moldura que se extiende a lo largo del extremo inferior de un alero, empleada para despedir el agua de la cubierta.

Botaguas o vierteaguas: Cualquiera de los mecanismos empleados para evitar que el agua escurra por el muro. También llamado escupidor.

C

Cabecero: Viga transversal que soporta los extremos de un conjunto de viguetas dispuestas paralelamente entre sí, transmitiendo sus cargas a otras dos paralelas a estas; también llamado brochal. / Elemento superior dispuesto horizontalmente que constituye el umbral de una puerta. / Pieza que forma la parte superior de un marco.

Calentamiento global: Fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. / Teoría que predice, a partir de proyecciones basadas en simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas.

Comportamiento al fuego: Conjunto de transformaciones físicas y químicas de un material o elemento sometido a la acción del fuego.

Condensación: Proceso físico que consiste en el paso de una sustancia en forma gaseosa a forma líquida.

Conducción térmica: La conducción de calor es un mecanismo de transferencia de energía térmica entre dos sistemas basado en el contacto directo de sus partículas sin flujo neto de materia y que tiende a igualar la temperatura dentro de un cuerpo y entre diferentes cuerpos en contacto.

Conductividad térmica, λ : Cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en $[W/(m^2K)]$

Confort térmico: Condición en que las personas se sienten cómodas con respecto al ambiente térmico que les rodea.

Convección térmica: Es una de las tres formas posibles de transmitir calor. La convección se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Los fluidos al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, disminuyen su densidad y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

Cubrejuntas: Material impermeable que se emplea para prevenir la entrada de agua y/o facilitar el drenaje, especialmente entre el tejado y el muro y sobre aberturas hacia el exterior de puertas y ventanas. También llamado bateaguas, guardaguas.

E

Envolvente: Resultante exterior de los límites interiores de un edificio. Conjunto establecido por el complejo de techumbres, muros perimetrales y piso.

F

Factor de resistencia a la difusión de vapor, μ_M : Término adimensional que corresponde a la relación entre la permeabilidad del aire y la del material en estudio. Por definición, el factor de resistencia a la difusión de vapor del aire es 1.

Flujo de calor, φ : Cantidad de calor que pasa a través de una superficie unitaria de un elemento por unidad de tiempo, dada una cierta diferencia de temperatura entre las caras del elemento. Se expresa en $[W/m_2]$.

Flujo de vapor, i : Cantidad de vapor que pasa a través de una superficie unitaria por unidad de tiempo, dada una diferencia de presión entre las caras del elemento. Se expresa en $[g/(s \cdot m^2)]$.

G

Guarnición: Cualquier elemento visible, generalmente de madera o metal, que cubre y protege las juntas, los bordes de las superficies y aberturas.

H

Humedad absoluta, HA: Contenido de vapor de agua presente en el aire. Se expresa en $[g/m^3]$.

Humedad de saturación, HAsat: Cantidad máxima de vapor capaz de contener el aire a una temperatura dada. Se expresa en $[g/m^3]$.

Humedad relativa, HR (%): Humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Se expresa en tanto por ciento, %.

I

Inercia térmica: Concepto que expresa la capacidad de un cerramiento o de la envolvente de una edificación de almacenar calor y transmitirlo con retardo.

M

Material aislante: Cualquier elemento que presente cierta resistencia al paso del calor. / Material con un bajo coeficiente de conductividad térmica.

L

Lámina: Conjunto en un EIFS formado por la capa base, la malla de refuerzo y el acabado final.

P

Peana: Elemento horizontal inferior en un marco de puerta y ventana.

Permeabilidad, δ : Cantidad de vapor de agua que se transmite a través de un material de espesor dado por unidad de área, unidad de tiempo y de diferencia de presión parcial de vapor de agua. Normalmente se expresa en $[g \cdot m/MN \cdot s]$ según el sistema internacional de unidades.

Permeanza, Δ : Inverso de la Resistencia a la difusión de vapor. Se expresa en $[g/MN \cdot s]$.

Puente térmico: Elemento o parte de la envolvente que por su naturaleza o su aplicación se revela como punto débil del aislamiento y no ofrece el mismo coeficiente de resistencia térmica.

R

Radiación térmica: Una de las tres maneras de transmitir calor. La radiación térmica es la radiación emitida por un cuerpo como consecuencia de su temperatura. Todo cuerpo emite radiación hacia su entorno, a la vez que absorbe las radiaciones emitidas por el entorno.

Resistencia a la difusión de vapor, R_v : Resistencia de un material, de un espesor dado e , a la difusión del vapor de agua. Se expresa en $[MN\cdot s/g\cdot m]$.

Resistencia al fuego: Cualidad de un elemento de construcción de soportar las condiciones de un incendio, manteniendo la estabilidad mecánica, la estanqueidad a las llamas y el aislamiento térmico, sin emitir gases inflamables.

Resistencia térmica, R : Oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción. Para una capa de caras planas y paralelas, de espesor e , conformada por un material homogéneo de conductividad térmica λ , la resistencia térmica queda dada por $R = e/\lambda$ y se expresa en $[m^2K/W]$.

Resistencia térmica total, R_t : Inverso de la transmitancia térmica del elemento. Suma de las resistencias de cada capa del elemento. Se expresa en $[m^2K/W]$.

Resistividad, r_v : Inverso de la permeabilidad. Sus unidades son $[MN\cdot s/g\cdot m]$

Revoque: Revestimiento exterior de mortero de cal, cemento, o de cal y cemento, que se aplica, en una o más capas, a un paramento enfoscado previamente. También se denomina revoco o revoque a la acción de revocar (RAE)/ Es un tipo de acabado continuo cuyo fin es mejorar el aspecto y las características de las superficies de muros, tabiques y techos.

S

Sistema de aislación térmica exterior y acabado final, EIFS: Sistema de terminación y aislación de muros exteriores, consistente básicamente en un sándwich de mortero modificado, aislante, malla de refuerzo, mortero y recubrimiento.

Sistema de fachada ventilada, FV : Sistema constituido por un elemento de reves-

timiento exterior soportado a través de una subestructura, mediante fijaciones y anclajes, quedando entre el revestimiento y la zona portante un espacio donde el aire puede circular libremente.

Sofito: Curva interior de un arco que forma su cara cóncava. También llamado intradós. / Parte inferior de un arco, dintel o cualquier elemento saledizo, como una cornisa o cubierta.

Soleamiento: Cantidad de radiación solar que se recibe durante el día.

T

Temperatura de punto de rocío, t_r : Para un aire ambiente determinado en temperatura y humedad relativa, se denomina "temperatura de rocío" (t_r) aquella (inferior a la ambiental), para la cual la cantidad en peso de vapor de agua contenido en el ambiente representaría 100% HR

Transmitancia térmica, U : Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento.

V

Ventilación: Aportación de aire nuevo desde el exterior para renovar el aire del interior del inmueble y extraer el aire viciado.

Z

Zona climática: Caracterización de una zona geográfica según sus condiciones climáticas. El país está caracterizado por nueve zonas climático-habitacionales, según la norma NCh1079.

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

ANEXOS

A. NORMATIVA TÉRMICA

La reglamentación térmica que actualmente rige en Chile está establecida en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en su artículo 4.1.10, basada en cálculos de la norma NCh853: “Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas” y en una zonificación del país en zonas térmicas según grados-día, especificados en el manual de aislamiento térmico del MINVU.

A.1. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

El artículo 4.1.10 de la OGUC establece las siguientes exigencias térmicas que deben cumplir todas las viviendas, las cuales no son obligatorias para otros tipos de edificios:

Los complejos de techumbres, muros perimetrales y pisos inferiores ventilados, entendidos como elementos que constituyen la envolvente de la vivienda, deberán tener una transmitancia térmica “U”, igual o menor, o una resistencia térmica total “Rt”, igual o superior a la señalada para la zona que le corresponda al proyecto de arquitectura, de acuerdo con los planos de zonificación térmica y a la siguiente tabla:

Tabla A.1

Transmitancia térmica máxima y resistencia mínima para complejos de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados, según zona térmica.

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W
1	0,84	1,19	4	0,25	3,6	0,28
2	0,6	1,67	3	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,7	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,6	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,5	2
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4	0,6	1,67	0,32	3,13

Además, si un complejo de muro incorpora materiales aislantes, la solución constructiva deberá considerar barreras de humedad y/o de vapor, según el tipo de material incorporado en la solución constructiva y/o estructura considerada.

El artículo 4.1.10 de la OGUC presenta, también, exigencias para ventanas, determinando un porcentaje máximo de superficie vidriada respecto a paramentos verticales de la envolvente, considerando la zona y el tipo de vidrio que se especifique (ver tabla A.3).

Para cumplir con dichas exigencias, el mismo artículo dispone de las siguientes alternativas:

1. Incorporar un material aislante etiquetado con el R_{100}^{vxi} correspondiente, según la siguiente tabla:

Tabla A.2

Resistencia R_{100} para materiales aislantes.

ZONA	TECHUMBRE	MUROS	PISOS VENTILADOS
	R_{100}	R_{100}	R_{100}
1	94	23	23
2	141	23	98
3	188	40	126
4	235	46	150
5	282	50	183
6	329	78	239
7	376	154	295

- 2- Demostrar el cumplimiento de la transmitancia térmica o resistencia térmica total de la solución por medio de un Certificado de Ensaye otorgado por un laboratorio de Control Técnico de Calidad de la Construcción.
- 3- Mediante cálculo, realizado según la norma NCh853 y por un profesional competente, demostrando el cumplimiento de la transmitancia térmica o resistencia térmica total del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.
- 4- Especificar una solución constructiva para el complejo de techumbre, muro y piso ventilado que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Para aplicar dicha reglamentación térmica el país ha sido dividido en 7 zonas térmicas, que dependen de una escala en grados-días de calefacción para una temperatura base de 15°C. En el Manual de Aislación Térmica aparece la zona correspondiente a cada comuna del país.

Además, el artículo 4.1.10 de la OGUC presenta una serie de exigencias para los complejos de ventanas, considerando como complejo de ventana a los elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda. Dichas exigencias se manifiestan en un porcentaje máximo de superficie de ventanas con respecto a los paramentos verticales de la envolvente. El complejo de ventana deberá cumplir con las exigencias establecidas en Tabla A.3, en relación al tipo de vidrio que se especifique y a la zona térmica en la cual se emplace el proyecto de arquitectura.

^{xvii} Según la norma NCh2251: R_{100} = valor equivalente a la resistencia térmica e/λ , donde e se expresa en cm quedando R_{100} expresado en $[cm^2K/W]$.

Tabla A.3

Porcentaje máximo de superficie vidriada respecto a superficie de paramentos verticales de la envolvente.

ZONA	Ventanas		
	% MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA RESPECTO A PARAMENTOS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE		
	Vidrio monolítico ^{xvii}	DVH Doble vidriado hermético ^{xx}	
		$3,6 W/m^2K \geq U > 2,4 W/m^2K^{xx}$	$U \leq 2,4 W/m^2K$
1	50%	60%	80%
2	40%	60%	80%
3	25%	60%	80%
4	21%	60%	75%
5	18%	51%	70%
6	14%	37%	55%
7	12%	28%	37%

En el caso que el proyecto de arquitectura considere más de un tipo de vidrio, según Tabla A.3, se deberá determinar el máximo porcentaje posible para cada tipo de vidrio respecto a la superficie total de la envolvente vertical. Para ello, por cada tipo de vidrio a utilizar, se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$\frac{TP \cdot MV}{100} = MSV$$

donde:

- TP: Porcentaje del tipo de vidrio respecto del total de la superficie vidriada.
- MV: Porcentaje máximo de superficie vidriada respecto a paramentos verticales de la envolvente, según Tabla A.3.
- MSV: Porcentaje máximo de superficie para tipo de vidrio, respecto de la superficie total de la envolvente.

A.2. Normas térmicas

En cuanto a la envolvente de un edificio y sus características térmicas, las normas utilizadas y relacionadas son:

^{xviii} Vidrio monolítico: De acuerdo a la NCh132, se entenderá por aquel producto inorgánico de fusión, que ha sido enfriado hasta un estado rígido sin cristalización, formado por una sola lámina de vidrio.

^{xix} Doble vidriado hermético (DVH): De acuerdo a la NCh2024, se entenderá por doble vidriado hermético el conjunto formado por dos o más vidrios paralelos, unidos entre sí, por un espaciador perimetral, que encierran en su interior una cámara con aire deshidratado o gas inerte estanco.

^{xx} La doble ventana que forme una cámara de aire, se asimila al DVH, con valor U entre 3,6 y 2,4 W/m^2K .

- NCh849: “Aislación térmica – Transmisión térmica – Terminología, magnitudes, unidades y símbolos”.
- NCh850: Aislación térmica – Método para la determinación de la conductividad térmica en un estado estacionario por medio del anillo de guarda.
- NCh851: Aislación térmica – Determinación de coeficientes de transmisión térmica por el método de la cámara térmica.
- NCh853: Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios – Cálculo de resistencia y transmitancias térmicas.
- NCh1079: Arquitectura y construcción – Zonificación climático-habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.
- NCh2251: Aislación térmica – Resistencia térmica de materiales y elementos de construcción.

Dichas normas se enfocan principalmente en:

- NCh849: Definiciones bases de términos y simbología utilizados en las normas NCh850, NCh851 y NCh853.
- NCh850: Procedimientos a seguir para la determinación de las propiedades térmicas de los materiales y elementos de construcción en forma práctica, por medio de ensayos de laboratorio utilizando el anillo de guarda.
- NCh851: Procedimientos a seguir para la determinación de las propiedades térmicas de los materiales y elementos de construcción en forma práctica, por medio de ensayos de laboratorio utilizando el método de la cámara térmica.
- NCh853: Establece los procedimientos de cálculo para determinar las resistencias y transmitancias térmicas de elementos constructivos, en particular los de la envolvente térmica, definiendo conceptos y entregando valores para el cálculo. Los procedimientos

de cálculo que allí se establecen están basados en el supuesto que el flujo térmico se desarrolla de acuerdo con la Ley de Fourier, en régimen estacionario. Además, establece valores específicos para las resistencias térmicas de superficies según posición del elemento y sentido del flujo de calor y según la ubicación del elemento dentro de la edificación. Del mismo modo, presenta tablas para determinar la resistencia térmica de las cámaras de aire, dependiendo de la ventilación que en ella se tenga y de su orientación, vertical u horizontal.

- NCh1079: Establece una zonificación climático-habitacional para Chile, con el objeto de facilitar un adecuado diseño arquitectónico presentando tablas con las características climáticas de las 9 zonas en que se divide el país, tales como temperatura media, oscilación térmica diaria, soleamiento, humedad relativa, precipitación, entre otras. Cabe hacer presente que la NCh1079 divide a Chile en nueve zonas climáticas, distintas de las 7 zonas térmicas del artículo 4.1.10 de la OGUC. A pesar de que esta norma caracteriza a Chile en cuanto a su clima, no fue tomada en cuenta para la reglamentación térmica de la OGUC.
- NCh2251: Establece la rotulación de los aislantes térmicos o de elementos que los contengan a través de la cual se da a conocer la aislación térmica total que ofrecen.

B. NORMATIVA CONTRA INCENDIOS

El artículo 4.3.3 de la OGUC establece que los edificios que requieran protegerse contra el fuego deberán proyectarse y construirse según alguno de los cuatro tipos que se señalan en la tabla siguiente y los elementos que se utilicen en su construcción deberán cumplir con la resistencia al fuego que en dicha tabla se indica.

Tabla B.1

Resistencia al fuego para los elementos de edificios^{xxi}

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN									
TIPO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F-30	F-60	F-120	F-60
b	F-150	F-120	F-90	F-90	F-90	F-15	F-30	F-90	F-60
c	F-120	F-90	F-60	F-60	F-60	F-0	F-15	F-60	F-30
d	F-120	F-60	F-60	F-60	F-30	F-0	F-0	F-30	F-15

^{xxi} El ensayo que mide la resistencia al fuego de un elemento o material de construcción debe ser realizado según la norma NCh935/1.0197.

Si a un mismo elemento le correspondieren dos o más resistencias al fuego, por cumplir diversas funciones a la vez, deberá siempre satisfacer la mayor de las exigencias.

Simbología de la tabla B.1:

Elementos verticales:

- (1) Muros cortafuego.
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera.
- (3) Muros caja ascensores.
- (4) Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta).
- (5) Elementos soportantes verticales.

- (6) Muros no soportantes y tabiques.

Elementos verticales y horizontales:

- (7) Escaleras

Elementos horizontales:

- (8) Elementos soportantes horizontales.
- (9) Techumbre incluido cielo falso.

Para aplicar lo anterior deberá considerarse, además del destino y del número de pisos del edificio, su superficie edificada, o la carga de ocupación, o la densidad de carga combustible, según corresponda, como se señala en las tablas siguientes:

Tabla B.2

Tipología de edificio según destino y superficie edificada

DESTINO DEL EDIFICIO	SUPERFICIE EDIFICADA (m ²)	NUMERO DE PISOS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 O MÁS
Habitacional	Cualquiera	d d c c b a a
Hoteles o similares	Sobre 5.000	c b a a a a a
	Sobre 1.500 y hasta 5.000	c b b b a a a
	Sobre 500 y hasta 1.500	c c b b a a a
	Hasta 500	d c b b a a a
Oficinas	Sobre 1.500	c c b b b a a
	Sobre 500 y hasta 1.500	c c c b b b a
	Hasta 500	d c c b b b a
Museos	Sobre 1.500	c c b b b a a
	Sobre 500 y hasta 1.500	c c c b b b a
	Hasta 500	d c b b b b a
Salud (Clínica, hospitales y laboratorios)	Sobre 1.000	c b b a a a a
	Hasta 1.000	c c b b a a a
Salud (policlínicos)	Sobre 400	c c b b b b a
	Hasta 400	d c c b b b a
Restaurantes y fuentes de soda	Sobre 500	b a a a a a a
	Sobre 250 y hasta 500	c b b a a a a
	Hasta 250	d c c b b a a
Locales comerciales	Sobre 500	c b b a a a a
	Sobre 200 y hasta 500	c c b b a a a
	Hasta 200	d c b b b a a
Bibliotecas	Sobre 1.500	b b a a a a a
	Sobre 500 y hasta 1.500	b b b a a a a
	Sobre 250 y hasta 500	c b b b a a a
	Hasta 500	d c b b a a a
Centros de reparación automotor	Cualquiera	d c c b b b a
Edificios de estacionamiento	Cualquiera	d c c b b b a

Tabla B.3

Tipología de edificio según destino y cantidad máxima de ocupantes

DESTINO DEL EDIFICIO	MÁXIMO DE OCUPANTES	NUMERO DE PISOS 1, 2, 3, 4, 5, 6 Ó MÁS
Teatros y espectáculos	Sobre 1.000	b a a a a a
	Sobre 500 y hasta 1.000	b b a a a a
	Sobre 250 y hasta 500	c c b b a a
	Hasta 250	d d c c b a
Reuniones	Sobre 1.000	b a a a a a
	Sobre 500 y hasta 1.000	b b a a a a
	Sobre 250 y hasta 500	c c b b a a
	Hasta 250	d c c b b a
Docentes	Sobre 500	b b a a a a
	Sobre 250 y hasta 500	c c b b a a
	Hasta 250	d c c b b a

Tabla B.4

Tipología de edificio según destino y densidad de carga combustible^{xvii}

DESTINO DEL EDIFICIO	DENSIDAD DE LA CARGA DE COMBUSTIBLE		NUMERO DE PISOS 1, 2, 3, 4, 5 Ó MÁS
	Media (MJ/m ²) Según NCH 1916	Puntal máxima (MJ/m ²) Según NCH 1993	
Combustibles, lubricantes, aceites minerales y naturales	Sobre 8.000	Sobre 24.000	a a a a a
	Sobre 4.000 y hasta 8.000	Sobre 16.000 y hasta 24.000	b a a a a
	Sobre 2.000 y hasta 4.000	Sobre 10.000 y hasta 16.000	c b a a a
	Hasta 2.000	Hasta 10.000	d c b a a
Establecimientos industriales	Sobre 16.000	Sobre 32.000	a a a a a
	Sobre 8.000 y hasta 16.000	Sobre 24.000 y hasta 32.000	b a a a a
	Sobre 4.000 y hasta 8.000	Sobre 16.000 y hasta 24.000	c b a a a
	Sobre 2.000 y hasta 4.000	Sobre 10.000 y hasta 16.000	d c b a a
	Sobre 1.000 y hasta 2.000	Sobre 6.000 y hasta 10.000	d c c b a
	Sobre 400 y hasta 1.000 Hasta 500	Sobre 3.500 y hasta 6.000 Hasta 3.500	d d c c b d d d c c
Supermercados y centros comerciales	Sobre 16.000	Sobre 32.000	b a a a a
	Sobre 8.000 y hasta 16.000	Sobre 24.000 y hasta 32.000	b b a a a
	Sobre 4.000 y hasta 8.000	Sobre 16.000 y hasta 24.000	c b b a a
	Sobre 2.000 y hasta 4.000	Sobre 10.000 y hasta 16.000	c c b b a
	Sobre 1.000 y hasta 2.000 Hasta 1.000	Sobre 6.000 y hasta 10.000 Hasta 6.000	d c c b b d d c c b
Establecimientos de bodegaje	Sobre 16.000	Sobre 32.000	b b a a a
	Sobre 8.000 y hasta 16.000	Sobre 24.000 y hasta 32.000	c b b a a
	Sobre 4.000 y hasta 8.000	Sobre 16.000 y hasta 24.000	c c b b a
	Sobre 2.000 y hasta 4.000	Sobre 10.000 y hasta 16.000	d c c b b
	Sobre 1.000 y hasta 2.000	Sobre 6.000 y hasta 10.000	d d c c b
	Sobre 400 y hasta 1.000 Hasta 500	Sobre 3.500 y hasta 6.000 Hasta 3.500	d d d c c d d d d c

1MJ/m² = 238.85 k cal/m²

1 MJ = 0.053 kg madera equivalente de 4.000 k cal/kg

- Cuando los locales comerciales a que se refiere la tabla B.2, tengan una superficie edificada superior a 200 m², se podrá destinar hasta un 25% de su superficie a bodega y cuando no tengan más de 200 m² edificados, se podrá destinar hasta el

50% a bodega. En ambos casos, si la bodega supera el porcentaje máximo permitido, dichas edificaciones deberán tratarse como si fueran de uso mixto.

^{xvii} Para los destinos indicados, cuando no se presente un Estudio de Carga Combustible, la edificación deberá proyectarse y construirse de acuerdo al tipo a.

C. CÁLCULO DE GASTOS ENERGÉTICOS

Para determinar el gasto energético por metro cuadrado de superficie de planta se deben conocer los factores G_{V1} y G_{V2} de pérdidas térmicas volumétricas^{xxiii}.

El factor de pérdidas térmicas, G_{V1} , se calcula de la siguiente forma:

$$G_{V1} = \frac{\sum_i U_i \cdot S_j}{V}$$

Mientras que el factor de pérdida térmica por la envolvente y por ventilación, G_{V2} , se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$G_{V2} = \frac{\sum_i U_i \cdot S_j}{V} + 0,35 \cdot n$$

El gasto energético anual por metro cuadrado de superficie, , se obtiene de la siguiente forma:

$$G_{\text{energético}} = \frac{G_{V2} \cdot H \cdot GD \cdot 24}{1000} \left[\frac{\text{kWh} \cdot \text{año}}{\text{m}^2} \right]$$

^{xxiii} Los coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas, G_{V1} y G_{V2} , se calculan de acuerdo a la norma NCh1960.



MANUAL AISLACIÓN TÉRMICA EXTERIOR

**FICHAS
TÉCNICAS**



AISLAFORTE

FICHA TÉCNICA

PLACAS DE AISLACIÓN TÉRMICA
PLACAS CEMENTICIAS
www.aislaforte.cl

empresa

nombre tipo de producto
Placas de Aislación Térmica

nombre del producto de la empresa
Placas cementicias

empresa
Aislaforte S.A.

web
www.aislaforte.cl

teléfono
56 - 2 - 235 2431

fax
56 - 2 - 235 2690

DESCRIPCIÓN

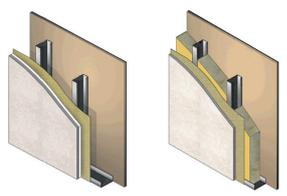
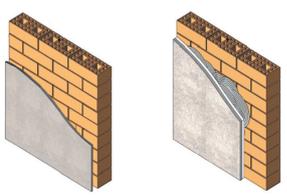
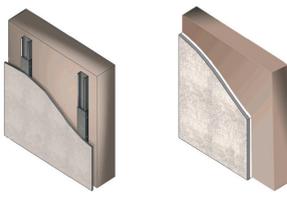
1.1 Definición

Aislaforte es la primera fabrica en Chile, que produce placas de cemento en base a refuerzos de malla de fibra de vidrio, aditivos especiales y áridos livianos; siendo una alternativa para resolver elementos no estructurales, elementos a aislar térmicamente, o expuestos a una intensa humedad, tales como revestimientos de fachadas, detalles decorativos, elementos curvos, tabiquería, losas ventiladas, cubiertas habitables, shaft, bases para cubiertas, tabiquerías para baños, faldones, entre otros. Aislaforte es un sistema constructivo seco, no requiere estuco, fácil de cortar y colocar, resistente al fuego, posee alta adherencia a revestimientos y cumple con la actual normativa térmica del MINVU para todas las zonas del país.

PRINCIPALES USOS

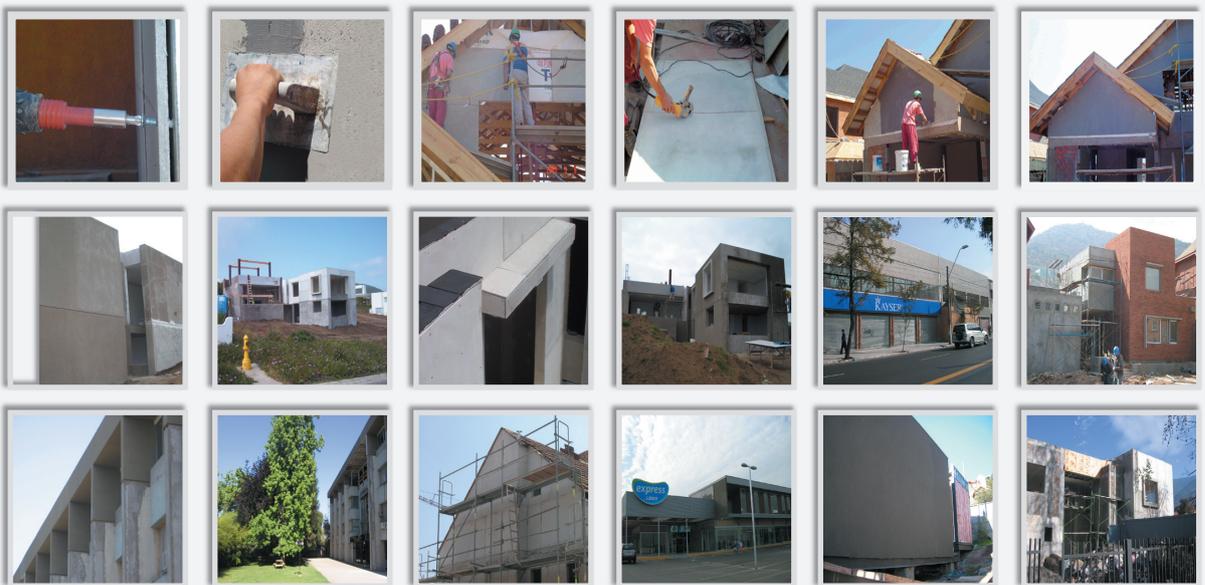
- Revestimiento aislante térmico e impermeable de muros de albañilería, hormigón u otros.
- Forro exteriores de estructuras livianas en: viviendas, galpones, escuelas, centros comerciales, edificios, etc.
- Estructuras expuestas a humedad tales como tabiques de cocina, baño, molduras, antepechos, aleros, etc.
- Tabiques resistente al fuego (F-60 F-90 F-120)

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

■		Placa Aislaforte sobre Estructura liviana.
■		Placa Aislaforte sobre Albañilería.
■		Placa Aislaforte sobre Hormigón.



1.2 Imágenes



2.1 Modelos o tipos

PLACA	ANCHO (MT)	LARGO (MT)	ESPESOR VARIABLE (MM)		
			H	POLIESTIRENO 20 KG/M ³	E TOTAL
Placa P12	1,2	2,4	12	-	12
Placa P16	1,2	2,4	16	-	16
Placa P22	1,2	2,4	12	10	22
Placa P27	1,2	2,4	12	15	27
Placa P32	1,2	2,4	12	20	32
Placa P57	1,2	2,4	12	45	57
Placa P82	1,2	2,4	12	70	82

Características

* No contiene Celulosa - Asbesto * Baja dilatación térmica * Alta adherencia de cerámicos y de estuco * Resistente a las roturas * Flexible en uniones * Fácil de reparar * Excelente Aislación termo - acústica

2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PLACAS AISLAFORTE	
PROPIEDADES	AISLAFORTE P12
Resistencia a Flexión	
Carga Perpendicular al largo de la placa	66 Kg/cm ²
carga paralela al largo de la placa	66 Kg/cm ²
Resistencia a Flexión	600 Kg entre montantes a 40 cm
Densidad	1000 Kg/m ³
Peso	11 Kg/m ²
Absorción de agua -% por 24 horas humedo	< 10 %
Resistencia Hidráulica	Grado máx 10 < 10 %
Resistencia a extracción de clavos	70 Kg
Característica contrafuego Llama / Humo Resistencia al fuego	Incombustible 5 - 0 F120
" R " (resistencia termica)	0,02 W/m°C
Radio de curvatura seco	3,0 mts No se fisura

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

CUMPLE CON LA SIGUIENTE NORMATIVA

- Conductividad Térmica SEH 010/HT
- Comportamiento al fuego
- Permeabilidad
- Resistencia la fuego F-90 SEH 065/RF/
- Resistencia al fuego F-120 SEH 140/RF/
- Flexión

AISLANTES NACIONALES FICHA TÉCNICA

BEMEZCLA EIFS
PARA ADHERIR POLIESTIRENO
EXPANDIDO A MUROS EN SISTEMA
DE AISLAMIENTO EXTERIOR Y RECUBRIR
SU SUPERFICIE

www.aislantesnacionales.cl

empresa

nombre tipo de producto
BEMEZCLA EIFS

nombre del producto de la
empresa
BEMEZCLA EIFS

empresa
Aislantes Nacionales

web
www.aislantesnacionales.cl

teléfono
56 - 2 - 603 3007



DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

BEMEZCLA eifs es un mortero modificado de matriz cementicia, resina flexible e impermeable y fibra, especialmente formulado para adherir aislamiento de poliestireno expandido exteriormente a muros perimetrales de la edificación y recubrir la aislación otorgando una base sobre la cual aplicar el revestimiento exterior final.

APLICACIÓN / PREPARACIÓN

- Mezcle 0,23 a 0,25 lt de agua por cada kilo de **BEMEZCLA eifs** en un recipiente plástico.
- Una vez formada una pasta trabajable, puede ser usada durante dos horas, revolviéndola si fuera necesario.

BEMEZCLA

EIFS

1.2 Colocación

En el muro, remueva los restos de pinturas viejas, grasas, etc. Luego limpie las partículas sueltas de la superficie con brocha o escobillón. En caso de hormigones, lavar toda presencia de desmoldantes.

Para adherir el aislante **Termopol eifs**, aplique sobre su cara posterior un recubrimiento completo de **BEMEZCLA eifs** con lana dentada de 6 a 8 mm, presione contra la pared en toda la superficie y nivele con regla.

En caso que el plomo del muro tenga ligeras desviaciones, aplique un cordón perimetral y motas centrales de **BEMEZCLA eifs** en la cara posterior del aislante, presione contra el muro y nivele con regla.

Para formar el recubrimiento y refuerzo base, aplique **BEMEZCLA eifs** en toda la superficie del aislante **Termopol eifs** en una capa suficientemente delgada para hundir el refuerzo de **Bemalla eifs**. Una vez integrado el refuerzo de malla, repase para cubrir totalmente la malla con un espesor total de capa base de 2 a 3 mm.

2.1 Características cuantitativas y/o cualitativas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Agua de amasado	0,23 a 0,25 lt de agua por cada kilo de BEMEZCLA eifs
Espesor máximo aplicable	3 mm
Espesor mínimo recomendable	2 mm
Temperatura de trabajo	Desde 5° C hasta 23° C
Rendimiento	1,20 Kg/m ² por cada mm de espesor
Tiempo de Trabajo una vez amasado	2 horas aproximadamente
Contenido neto	Sacos de papel de 25 kg aproximadamente
Duración	6 meses en envase sellado y mantenido bajo techo, en ambiente seco.



2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

IMPORTANTE

- Los resultados y recomendaciones aquí descritos corresponden a ensayos de laboratorio y están basados en una correcta utilización de los productos. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos que estimen convenientes. El manejo, uso y aplicación del producto por parte de los usuarios está fuera de nuestro control y es, por lo tanto, de su exclusiva responsabilidad.

ANDES CONSTRUCTION CHILE S.A FICHA TECNICA

E I F S
(EXTERIOR INSULATION AND FINISH SYSTEM)
OMEGAFLEX EIFS
www.andesconstruction.cl

empresa

nombre tipo de producto
EIFS (Exterior Insulation and Finish System)

nombre del producto de la empresa
Omegaflex EIFS

empresa
Andes Construction Chile S.A.

web
www.andesconstruction.cl

teléfono
56 - 2 - 772 7240

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

El sistema **OmegaFlex EIFS** (Exterior Insulation and Finish System) es una solución de revestimiento exterior para muros, el que incorpora aislación térmica por constituirse (generalmente) de placas de poliestireno expandido de alta densidad, otorgando una excelente barrera entre el clima exterior y el interior de la edificación revestida con él, puesto que corta el puente térmico desde el exterior de la envolvente.

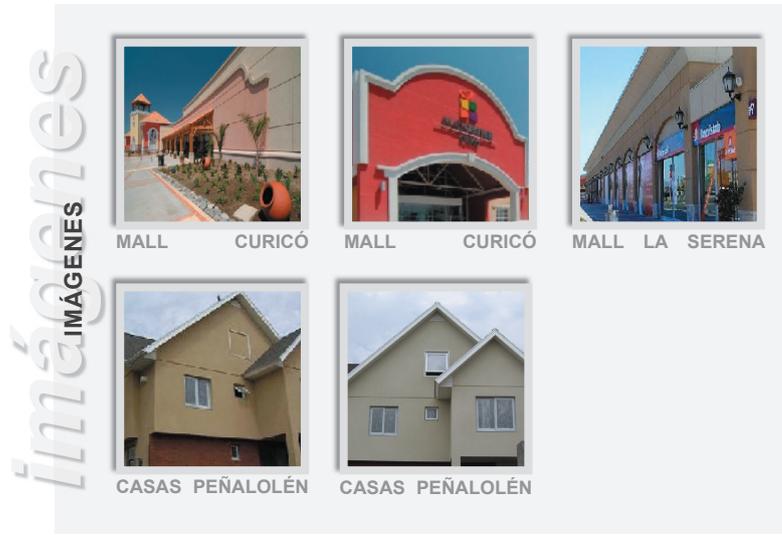
El sistema **OmegaFlex EIFS**, comenzó por utilizarse en el ámbito nacional en fachadas de grandes edificios comerciales debido a la rapidez de instalación del mismo, sin embargo con el transcurso del tiempo se ha expandido a edificaciones del área de la industria, educación, salud y habitacional, debido a los grandes beneficios de aislación térmica y terminación que proporciona; lo que viene a reflejar la tendencia de desarrollo del sistema a nivel mundial.

El sistema **OmegaFlex EIFS**, entrega muros de gran belleza estética con granos y colores a elección, además sus colores son altamente resistentes a los rayos UV.

Al aplicar **OmegaFlex EIFS** en construcciones habitables entrega ahorros de energía de climatización que llegan hasta el 85%, además de ser un gran aliado en edificaciones industriales con requerimientos extras de temperaturas de funcionamiento, centros de salud, educación, etc.

Además una de las ventajas de este sistema es la rapidez de instalación.

1.2 Imágenes



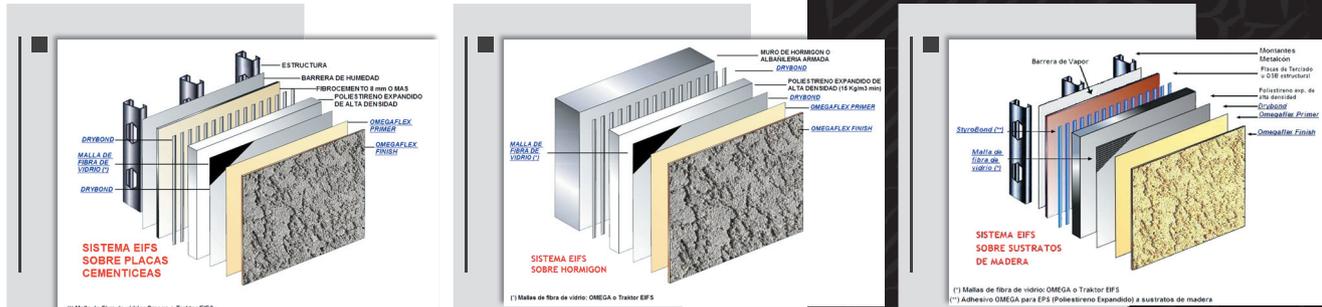
**ANDES
CONSTRUCTION
CHILE S.A.**

SOLUCIONES DE CALIDAD Y VANGUARDIA
EN REVESTIMIENTOS EXTERIORES



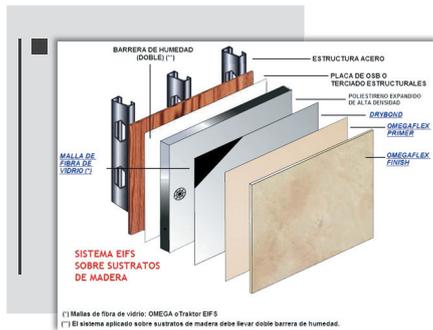
2.1 Modelos o tipos

2.1.1 Omegaflex clase PB (sistema de barrera) Adherido directamente con adhesivo al sustrato.



2.1.2 Omegaflex WM (sistema con drenaje)

Adherido mecánicamente al sustrato y con una serie de accesorios para “expulsar” el agua del muro. Aplicado a sustratos y/o estructuras de madera.



2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

BASECOAT (ENDURECEDOR DE SUPERFICIE) Y ADHESIVOS
DryBond: Saco de 22,7 Kg. en base a cemento portland modificado con acrílicos se agrega sólo agua para su preparación; en Color gris cemento. Cubre hasta 8,4 m ² por capa.
StyroGlue Base: Tineta de 24,95 Kg. en base a acrílicos a mezclar en relación de peso 1:1 con cemento Portland. Color gris cemento una vez preparado. Cubre hasta 18,6 m ² por capa.
StyroBond: Sólo Adhesivo en Tineta de 29,48 Kg. 100% acrílico para adherir EPS a sustratos de madera, único 100% eficiente en el mercado nacional. Color azul. Cubre hasta 27,9 m ² como adhesivo. Uso sólo en muros cubiertos
MALLAS DE FIBRA DE VIDRIO
Malla de juntas Omega: en rollo de 0,24 x 45,72m para inicios y esquinas de sistema.
Malla de juntas Traktor EIFS: en rollo de 0,25 x 50m para inicios y esq. de sistema.
Malla de superficie Omega: en rollo de 0.97 x 45,72m para la superficie del EPS.
Malla de superficie Traktor Eifs: en rollo de 1 x 50m para la superficie del EPS.
Todas nuestras mallas de fibra de vidrio son de altísima resistencia a la tracción y a los álcalis testeadas en Idiem.
PRIMER (IMPRIMANTE CON COLOR)
OmegaFlex Primer: Tineta de 5 gal. Revestimiento 100% acrílico mejorador de adherencia, homogeniza el color y mejora resistencia a la humedad. Color a elección. Cubre entre 60 y 90 m ² , dependiendo de la superficie, Tº y modo de aplicación.
FINISH (REVESTIMIENTO FINAL)
OmegaFlex Finish: Tineta de 29,48 kg Pasta 100% acrílica de grano y color, terminación final con características elastoméricas. Color y grano a elección. Cubre hasta 13 m ² . Dependiendo de la superficie, Tº y modo de aplicación.

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

CUMPLE CON LA SIGUIENTE NORMATIVA

Satisface todas las normas de **ASTM** y la **EIMA** en relación al sistema. En Chile no existe normalización específica al respecto, pero cumple de excelente forma la normativa térmica vigente y complementado con la estructura soportante y revestimientos interiores cumple perfectamente con el resto de normas que regulan nuestra construcción.

ACHIPEX

FICHA TÉCNICA

POLIESTIRENO EXPANDIDO
EPS
www.achipexag.cl

empresa

nombre tipo de producto
Poliestireno expandido (eps)

nombre del producto de la empresa
Poliestireno expandido (eps)

empresa
Achipex

web
www.achipexag.cl

teléfonos
AISLAPANEL S.A.
56 - 41 - 275 1042

AISLAPOL S.A.
56 - 2 - 640 7070

BASF Chile S.A.
56- 2 - 640 7141

ENVASES
TERMOAISLANTES S.A.
56 - 2 - 275 2510

NOVA Chemicals Chile Ltda.
56 - 2 - 603 3359



DESCRIPCIÓN

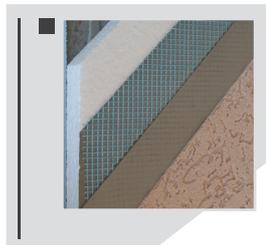
1.1 Definición

El Poliestireno Expandido (EPS) es el producto aislante por excelencia y a diferencia de otros materiales, sus propiedades de aislación no son afectadas por la humedad o la acumulación de polvo; además, su desempeño es siempre eficiente, funcionando bien en todas las estaciones del año y sin necesidad de ningún tipo de mantenimiento.

Material ideal para el sistema de aislación térmica exterior (EIFS). Además de tener un muy bajo peso, el EPS, al interior del sistema, se comporta con adecuadas propiedades físico-mecánicas, gozando de una buena resistencia a la compresión, corte, flexión, tracción y elasticidad.

Entre otras ventajas se encuentra su estabilidad dimensional en el tiempo, su higiene y su resistencia al envejecimiento. Por sus excelentes propiedades como aislante térmico, el EPS proporciona una adecuada protección contra la condensación de humedad y las variaciones de temperatura cuando se emplea en un sistema de aislación exterior, evitando la aparición de procesos patológicos como la proliferación de colonias de hongos, mohos y bacterias de putrefacción, que comprometen la salud del habitante y deterioran el patrimonio edificado. No es alimento de roedores ni de insectos. Además, es fácil de transportar y trabajar, inodoro, reciclable, no tóxico y no daña la capa de ozono.

El EPS que es usado en la construcción contiene un agente ignífugo que lo hace autoextinguible (no propagador de llama). Frente a un fuego expuesto, la carga combustible del Poliestireno es despreciable en relación a la mayoría de los materiales componentes de una edificación.



Por las características mencionadas, y muchas otras, el EPS protege la vivienda de influencias térmicas y agentes climáticos, brindando mayor confort en el interior y reduciendo considerablemente el gasto por consumo de energía.

VENTAJAS DEL EPS - PERFIL DE USO

- **Medio ambiente:** Material inerte, inocuo, durable, 100 % reciclable, no daña la capa de ozono, autoextinguible y compatible con el medio ambiente.
- **Impermeabilidad:** No absorbe, ni acumula agua, ni altera su conductividad térmica, mantiene su capacidad de aislación térmica en el tiempo.
- **Comportamiento al fuego auto extinguible (no propaga llama):** Contiene agente ignífugo - carga combustible despreciable.
- **Térmica:** Alta resistencia térmica por bajo coeficiente de conductividad térmica.
- **Acústica:** Buena e sorbente al ruido de impacto.
- **Dimensionamiento y trabajabilidad:** Espesores y medidas según los requerimientos del usuario - no requiere protección especial.
- **Estabilidad dimensional:** No se deforma con el paso del tiempo.
- **Durabilidad:** Imputrecible e insensible al ataque de hongos y microorganismos.

1.2 Imágenes



2.1 Modelos o tipos

TECHUMBRES													
ZONA1		ZONA2		ZONA3		ZONA4		ZONA5		ZONA6		ZONA7	
10 kg/m ³	40 mm	10 kg/m ³	60 mm	10 kg/m ³	80 mm	10 kg/m ³	100 mm	10 kg/m ³	120 mm	10 kg/m ³	140 mm	10 kg/m ³	160 mm
15 kg/m ³	40 mm	15 kg/m ³	60 mm	15 kg/m ³	80 mm	15 kg/m ³	100 mm	15 kg/m ³	115 mm	15 kg/m ³	135 mm	15 kg/m ³	155 mm
20 kg/m ³	35 mm	20 kg/m ³	55 mm	20 kg/m ³	75 mm	20 kg/m ³	90 mm	20 kg/m ³	110 mm	20 kg/m ³	125 mm	20 kg/m ³	145 mm
25 kg/m ³	35 mm	25 kg/m ³	55 mm	25 kg/m ³	75 mm	25 kg/m ³	90 mm	25 kg/m ³	105 mm	25 kg/m ³	125 mm	25 kg/m ³	140 mm
30 kg/m ³	35 mm	30 kg/m ³	50 mm	30 kg/m ³	70 mm	30 kg/m ³	85 mm	30 kg/m ³	100 mm	30 kg/m ³	120 mm	30 kg/m ³	135 mm

MUROS													
ZONA1		ZONA2		ZONA3		ZONA4		ZONA5		ZONA6		ZONA7	
15 kg/m ³	20 mm	15 kg/m ³	35 mm	15 kg/m ³	65 mm								
20 kg/m ³	10 mm	20 kg/m ³	10 mm	20 kg/m ³	15 mm	20 kg/m ³	20 mm	20 kg/m ³	20 mm	20 kg/m ³	20 mm	20 kg/m ³	60 mm
25 kg/m ³	10 mm	25 kg/m ³	10 mm	25 kg/m ³	15 mm	25 kg/m ³	20 mm	25 kg/m ³	20 mm	25 kg/m ³	20 mm	25 kg/m ³	60 mm
30 kg/m ³	10 mm	30 kg/m ³	10 mm	30 kg/m ³	15 mm	30 kg/m ³	20 mm	30 kg/m ³	20 mm	30 kg/m ³	20 mm	30 kg/m ³	60 mm

PISOS VENTILADOS													
ZONA1		ZONA2		ZONA3		ZONA4		ZONA5		ZONA6		ZONA7	
15 kg/m ³	20 mm	15 kg/m ³	40 mm	15 kg/m ³	55 mm	15 kg/m ³	65 mm	15 kg/m ³	80 mm	15 kg/m ³	100 mm	15 kg/m ³	125 mm
20 kg/m ³	10 mm	20 kg/m ³	40 mm	20 kg/m ³	50 mm	20 kg/m ³	60 mm	20 kg/m ³	70 mm	20 kg/m ³	95 mm	20 kg/m ³	115 mm
25 kg/m ³	10 mm	25 kg/m ³	40 mm	25 kg/m ³	50 mm	25 kg/m ³	60 mm	25 kg/m ³	70 mm	25 kg/m ³	90 mm	25 kg/m ³	110 mm
30 kg/m ³	10 mm	30 kg/m ³	35 mm	30 kg/m ³	45 mm	30 kg/m ³	55 mm	30 kg/m ³	70 mm	30 kg/m ³	90 mm	30 kg/m ³	110 mm

Espesores mínimos comerciales que cumplen con la normativa.

B A S F FICHA TÉCNICA

SISTEMA EIFS BASE POLÍMEROS
(PB), DE APLICACIÓN ADHESIVA
**SENERFLEX® CLASSIC
PB WALL SYSTEM**
www.la.cc.basf.com

empresa

nombre tipo de producto

Sistema EIFS base polímeros (PB), de aplicación adhesiva

nombre del producto de la empresa

SENERFLEX® Classic PB Wall System

empresa

BASF Construction Chemicals Ltda.

web

www.la.cc.basf.com

teléfono

56 - 2 - 799 4300

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Senerflex® Classic PB Wall System

Sistema EIFS base polímeros (PB), de aplicación adhesiva que provee al sistema de una barrera primaria para control de la intrusión de agua.

Senerflex® Classic PB Wall System se utiliza para muros exteriores en construcciones nuevas o en remodelaciones, ya sea en edificación comercial o institucional donde las consideraciones de diseño tengan en cuenta aislamiento.

Descripción Componentes

Senerflex® Classic PB es un sistema EIFS (Sistema de Aislación y Acabado exterior) que provee una duradera barrera primaria que le otorga resistencia a las condiciones ambientales (aire, agua y otros factores climáticos). El sistema ofrece flexibilidad en el diseño, una apariencia estética y reducción en los costos de la energía necesaria para el acondicionamiento térmico de los espacios que confina. Los componentes de este sistema integrado incluyen:

- **Senergy®** Base Coat (como adhesivo y luego como cuerpo del sistema), Capa de aislación EPS que cumpla con las Especificaciones Técnicas de Senergy®, Senergy® Reinforced Mesh (Malla de refuerzo de fibra de vidrio y un Senergy® Finish Coat (revestimiento exterior texturado 100% acrílico polimérico)

SUSTRATOS O PLACAS DE APOYO APROBADOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA SENERFLEX® CLASSIC PB WALL SYSTEM:

- PermaBase® BRAND Cement Borrado u otra placa cementicia de uso externo aprobada según la ASTM C1325 Type A.
- Fiber Rock Aqua-Tough Sheating
- Placas de Yeso que cumplan con la ASTM C79 C1396
- Sustratos de hormigón moldeado o albañilería (mampostería)
- Den Glass Gold Sheating (ASTM C1177) Exposure 1 o placas Plywood de uso externo (Grado C-D o mejor)

COLORES

- **Senergy®** Finish Coat está disponible en 128 colores y 3 texturas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA

- Para alcanzar la performance adecuada, el sistema deberá instalarse de acuerdo a las Especificaciones Técnicas de **Senergy®**, utilizando solo los componentes y materiales listados y aprobados en dicha especificación.



BASF

The Chemical Company



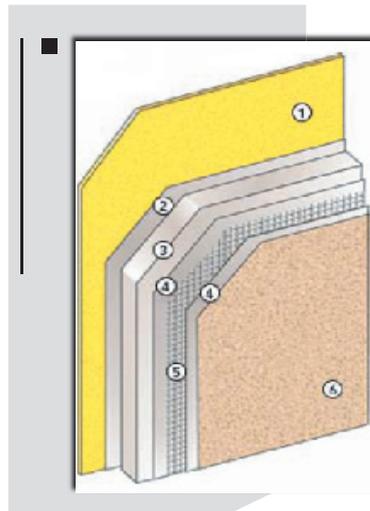
CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Máxima deflexión permitida: L/240, entre fijaciones de las placas de apoyo.
- Los detalles deberán estar conforme a las recomendaciones de **Senergy®** y deberán también ser consistentes con los requerimientos del proyecto.
- Las juntas de expansión requeridas en el sistema **Senergy®** son aquellas que existen previamente en el sustrato de apoyo, o aquellas necesarias por cambios en los sustratos o a nivel de piso en el caso de estructuras de marcos de madera de varios niveles.
- Los sellos de juntas deberán cumplir con las recomendaciones de las Especificaciones Técnicas de **Senergy®**.
- Para las juntas de puertas y ventanas, se necesitará un sello de juntas además de su correspondiente cordón de respaldo, de acuerdo a lo especificado en Especificaciones Técnicas de **Senergy®**.
- Usar malla de refuerzo **Senergy®** Reinforced Mesh de alto impacto para aplicaciones en zonas de alto tráfico.

INFORMACIÓN TÉCNICA

2.1 Modelos o tipos

1. Placa o sustrato de apoyo del sistema
2. Senergy Base Coat (como adhesivo)
3. Placa de Aislación de Aislapol
4. Senergy Base Coat
5. Senergy Reinforcing Mesh
6. Senergy Finish Coat



2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

SENERFLEX® CLASSIC PB WALL SYSTEM	
CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
Montaje mediante sistemas adhesivos	Alcanza resistencia a cargas de viento de gran magnitud.
Colores ilimitados, texturas y detalles arquitectónicos	Posibilitan un Diseño Libre, la creación de detalles que sería imposible lograr ó cuyo costo sería prohibitivo con otros sistemas de fachadas.
Aislamiento Externo	Reduce el costo de la energía utilizada para acondicionar térmica y acústicamente los ambientes.
Base Coats reforzados, 100% acrílicos	Proveen una barrera resistente a las condiciones ambientales y proveen resistencia a la fisuración.
Finish Coats 100% acrílicos	Resistencia a la abrasión y al decoloramiento, hay opciones con mayor resistencia al crecimiento de hongos y a la suciedad.

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

SENERFLEX® CLASSIC PB WALL SYSTEM, CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DE:

- **BOCA (Building Officials and Code Administrators)**
- BOCA 99-14 Senerflex® Classic PB
- **ICBO (International Conference of Building Officials)**
- ICBO ER-3850 Senerflex® Classic PB
- **SBCCI (Southern Building Code Congress International)**
- SBCCI 9630A Senerflex® Classic PB
- **NFPA 268 Exposición a radiación de calor CAN/ULC-S101-M**
Métodos de ensayos estándar de resistencia al fuego de las construcciones y sus materiales asociados.
- **ASTM E119**
Método para ensayos de fuego de los materiales de construcción.
- **UBC Standard 26-4/NFPA 285**
Ensayo de Fuego a escala Total en edificación de varios pisos.
- **UBC Standard 26-4/NFPA 285**
Ensayo de fuego a escala intermedia.
- **ASTM E331**
Penetración de agua desde ventanas exteriores, muros divisorios y puertas producida por una diferencia de aire uniforme y estática.
- **Dade County Protocol 201**
Ensayos de impacto (Misiles pequeños y grandes).
- **ASTM C297**
Ensayo de resistencia a la tracción por adherencia.
- **CAN4-S114-M**
Método de ensayo Estándar para la determinación de la no combustibilidad de los materiales de construcción.
- **ASTM E695**
Test de resistencia al impacto
- **ASTM E108:** Ensayo de Fuego.
- **ASTM E330:** Ensayos de Carga de Viento
- **EIMA Impact Standard 101.86**
- **EIMA 101.01 (ASTM C67 modificada)** Resistencia a ciclos hielo-deshielo
- **Federal Specification TT-C-555B**
Ensayo bajo condiciones de lluvia y viento actuando conjuntamente (Wind Driven rain).
- **Dade County protocol 202**
Ensayos estáticos de presión de viento uniforme.
- **Dade County protocol 203**
Ensayos cíclicos de presión de viento.

CINTAC FICHA TÉCNICA

MURO ESTRUCTURAL PERIMETRAL
CONSTRUIDO CON PERFILES DE
ACERO GALVANIZADO LIVIANO
METALCON MURO
www.cintac.cl

empresa

nombre tipo de producto
Muro estructural perimetral
construido con perfiles de acero
galvanizado liviano

**nombre del producto de la
empresa**
Metalcon Muro

empresa
CINTAC S.A.I.C.

web
www.cintac.cl

teléfono
56 - 2 - 484 9200

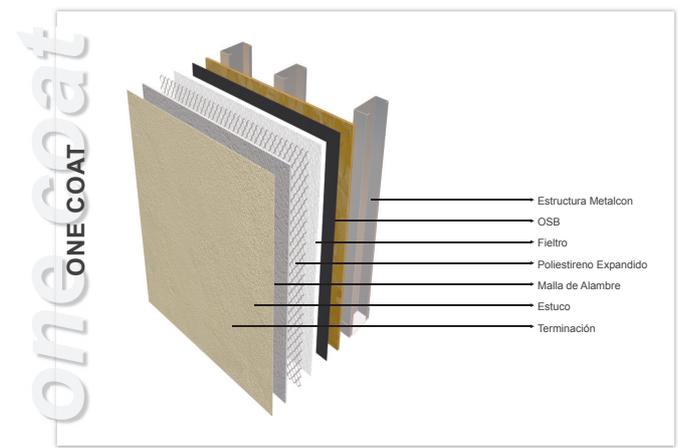
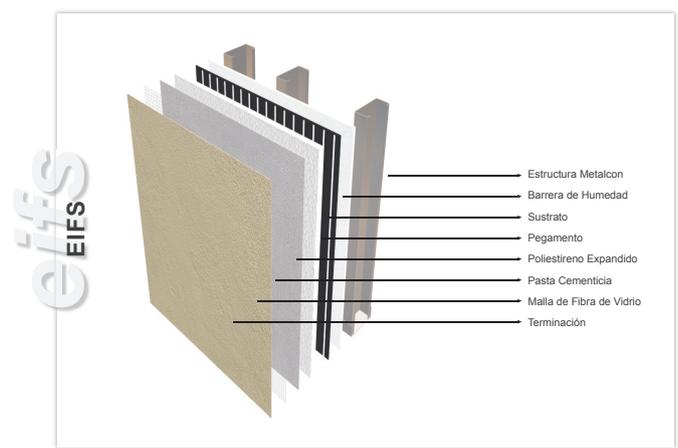
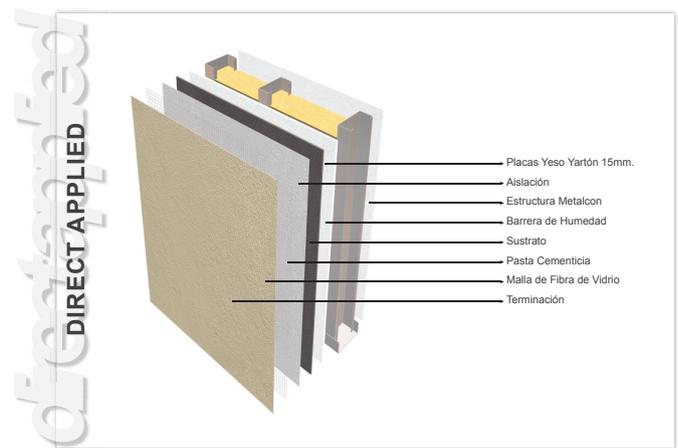
DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Muro perimetral conformado por estructura de Metalcon revestida exteriormente con distintas soluciones de “pieles”: Direct Applied, EIFS, One Coat.

Este sistema constructivo está compuesto por perfiles de acero galvanizado liviano Metalcon, como estructura soportante que recibe el revestimiento correspondiente, para dar la apariencia de un muro de albañilería estucada o de hormigón tradicional.

1.2 Imágenes



2.1 Modelos o tipos

Metalcon Muro Direct Applied

Este sistema constructivo está compuesto por una placa de sustrato que recibe una capa de Base Coat con malla de refuerzo de fibra de vidrio resistente a la alcalinidad embebida en esta capa, con espesores entre 1,6 y 2,4 mm. dependiendo del espesor de la malla.

Este revestimiento se cubre directamente con pintura acrílica o revestimientos texturados. Este sistema entrega un revestimiento con la apariencia de un muro de albañilería estucada tradicional.

Metalcon Muro EIFS

Este sistema constructivo está compuesto por una placa de sustrato que recibe una plancha de poliestireno expandido de alta densidad sobre la que se aplica capa de Base Coat con malla de refuerzo de fibra de vidrio resistente a la alcalinidad embebida en esta capa, con espesores entre 1,6 y 2,4 mm. dependiendo del espesor de la malla.

Este revestimiento se cubre directamente con pintura acrílica o revestimientos texturados. Este sistema entrega un revestimiento con la apariencia de un muro de albañilería estucada tradicional.

Metalcon Muro One Coat

Este sistema constructivo está compuesto por 10 mm. de estuco reforzado con malla de alambre galvanizado sobre poliestireno expandido de alta densidad, aplicado sobre un sustrato de OSB con doble barrera de humedad.

Este revestimiento base se cubre directamente con pintura acrílica o revestimientos texturados. Este sistema entrega una solución de muro exterior con la apariencia de un muro estucado tradicional.

2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

Los sistemas constructivos Metalcon Muro le confieren a la estructura la apariencia de un muro tradicional con una serie de ventajas adicionales:

- Versatilidad arquitectónica, permite distintas configuraciones
- Cumple con normativa térmica.
- Elimina puentes térmicos.
- Evita condensación interior.
- Mayor rapidez de ejecución, permite realizar faenas en forma paralela.
- Aplicación de pintura después de 24 hrs. de instalado.
- Menor tiempo de curado o no requiere curado.
- Alta resistencia a impacto.
- Mayor ahorro de energía.
- Muro sin fisuras.
- Menor uso de andamios.
- Resistencia al fuego: Desde RF- 15 a RF- 60.
- Aislamiento térmico: Factor U: desde 0,6 a 1,9 W/m²K.
- Informe 509.013: Transmitancia térmica Metalcon Muro One Coat (realizado por IDIEM).

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

METALCON MURO, CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DE:

- Cumple con las exigencias de la Reglamentación Térmica vigente en todas las zonas, según la configuración que se utilice.

EUROTEC FICHA TÉCNICA

SISTEMA E.I.F.S.
PROMURO
www.eurotec.cl

empresa

nombre tipo de producto
Sistema E.I.F.S.

nombre del producto de la empresa
Promuro

empresa
Industrial y Comercial Eurotec Ltda.

web
www.eurotec.cl

teléfono
56 - 2 - 949 3593

fax
56 - 2 - 949 3595

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Promuro es un sistema de revestimiento exterior que incorpora una capa de poliestireno adherida al muro y revestida con una malla de fibra de vidrio dentro de un mortero delgado elastomérico. El todo viene recubierto con un revestimiento texturizado elastomérico con color incorporado. Sistemas de este tipo se llaman genéricamente E.I.F.S. (Exterior Insulation and Finish System) porque parten del muro en bruto y lo dejan protegido, aislado y con el acabado final.

1.2 Usos principales

Para aquellas construcciones nuevas donde se necesite ejecutar un cerramiento exterior con una alta prestación en sus posibilidades estéticas, térmicas, y de bajo peso propio, Promuro es un sistema muy apropiado.

En estructuras de hormigón o ladrillo, el sistema agrega la aislación necesaria sin ocupar espacio interior y maximiza el efecto de inercia térmica. Generalmente permite evitar completamente el estuco.

El sistema Promuro es especialmente eficiente para la renovación de fachadas existentes a las que se les deba modificar su apariencia, mejorar comportamiento térmico, eliminar condensaciones o restaurar e impermeabilizar ante la aparición de fisuras.

1.3 Imágenes



imágenes



2.1 Características cuantitativas y/o cualitativas

Con tan solo 25 mm. de espesor de poliestireno se llega en el peor de las posibles configuraciones térmicas (muro de hormigón de 15 cm.) a un valor de transmitancia térmica de U de 1.095 W/m² °C.

La nueva normativa Chilena exige en muros para las zonas 1 - 6 un valor de 1.1, entonces el Sistema ProMuro es una forma muy eficiente para conseguir el cumplimiento.

Para la zona 7, habría simplemente que subir el espesor de poliestireno a 5.5 cm. para asegurar cumplimiento.

CALCULO TÉRMICO SEGÚN NCH 853

Ejemplo: Hormigón armado (2400kg/m³, 0.150 m de espesor)

■ Transmitancia térmica

$$R_a = 1/h_a = 1/8.3 = 0.12 \text{ (m}^2 \text{ °C/W)}$$

$$R_b = X_b/k_b = 150 \times 10^{-3}/1.63 = 0.092 \text{ (m}^2 \text{ °C/W)}$$

$$R_c = 1/h_d = 1/20 = 0.050 \text{ (m}^2 \text{ °C/W)}$$

$$R_{\text{promuro}} = X_p/K_p = 25 \times 10^{-3}/0.0384 = 0.651 \text{ (m}^2 \text{ °C/W)}$$

■ Transmitancia Térmica Sin Promuro:

$$R_T = 0.120 + 0.092 + 0.050 = 0.262 \text{ (m}^2 \text{ °C/W)}$$

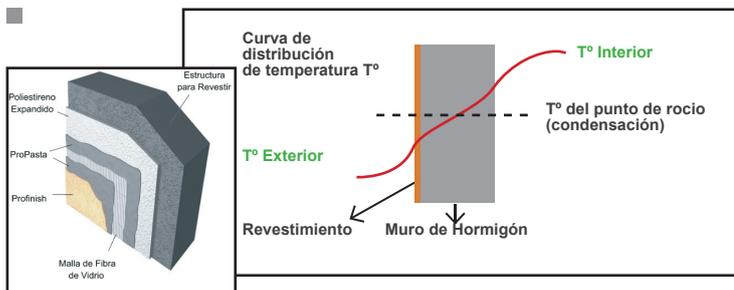
$$\text{Transmitancia Térmica } U = 1/R_T = 1/0.262 = 3.817 \text{ (W/m}^2 \text{ °C)}$$

■ Transmitancia Térmica Con Promuro

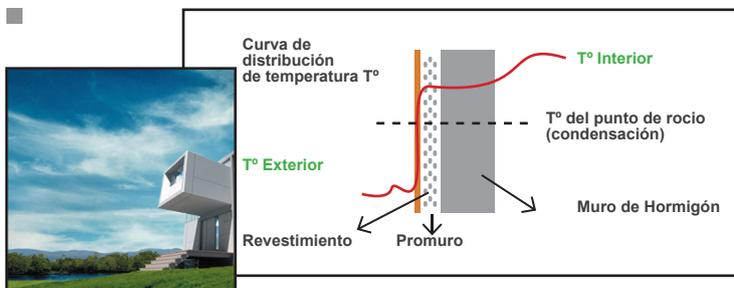
$$R_{TP} = 0.262 + 0.651 = 0.913 \text{ (m}^2 \text{ °C/W)}$$

$$\text{Transmitancia Térmica } U = 1/R_{TP} = 1/0.913 = 1.095 \text{ (W/m}^2 \text{ °C)}$$

Transmitancia térmica sin Promuro:



Transmitancia térmica con promuro:



2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

- El sistema está testeado contra impacto según certificación IDIEM 266.288

ProPasta E es impermeable al agua Nch1909.Of.1982 informe IDIEM 386.040

ProPasta E es permeable al vapor de agua ASTM E96 informe IDIEM 386.040

ProMuro es una solución en el Listado Oficial Ditec del MINVIU en cumplimiento del Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General, Aislación Térmica del envolvente.

EXACTA

FICHA TÉCNICA

MOLDAJES EXACTA CON AISLACION TERMICA PARA MUROS Y PLACA EXTERIOR EXACTA CON CAMARA DE AIRE

PLACA EXTERIOR EXACTA

www.exacta.cl
www.fermopared.cl

nombre tipo de producto
Moldajes Exacta con aislación térmica para muros y Placa Exterior Exacta con Cámara de aire.

nombre del producto de la empresa
Placa Exterior Exacta con Cámara de aire, moldaje Exacta Flat
Exacta 250 y Exacta 125

empresa
Exacta Ltda.

web
www.exacta.cl
www.fermopared.cl

teléfono
56 - 2 - 248 2868

 **exacta**[®]
TERMOPARED DE HORMIGON

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Moldaje de Poliestireno Expandido de alta densidad que conforman los muros Exacta, permitiendo alta resistencia estructural, así como aislación térmica y acústica. Este sistema está compuesto por ladrillos con encastre macho y hembra. Los ladrillos son de 25 cm. y de 12,5 cm. de espesor.

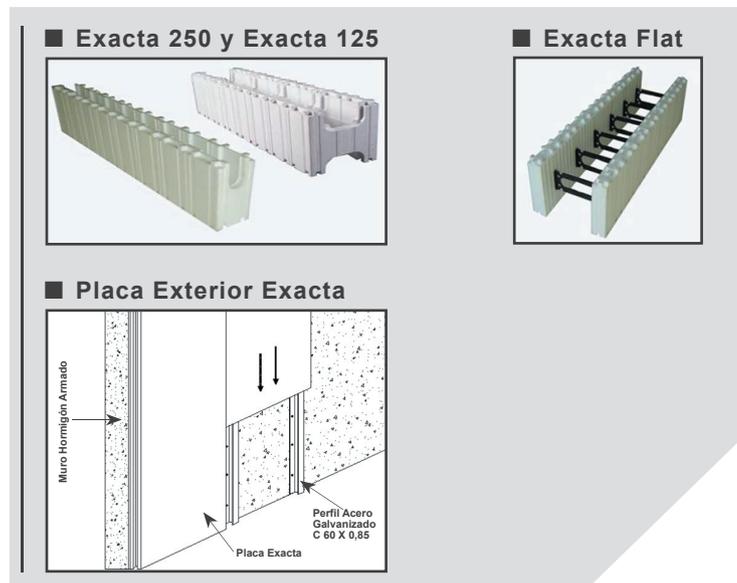
Al sistema de muros Exacta[®], se ha incorporado el nuevo y revolucionario moldaje de **Muros con Aislación Flat**, el cual está compuesto por placas de poliestireno expandido de alta densidad con separadores plásticos de diferentes medidas, lo que permite cualquier uso en la construcción.

El sistema de **Placa Exterior Exacta con Cámara de Aire** incorporada, es un sistema de terminación y aislación de muros exteriores que consiste básicamente en una placa de poliestireno expandido que se inserta en unos perfiles de acero galvanizado tipo C, los cuales se montan sobre los muros existentes por medio de unos tarugos clavos (plásticos) especiales para este fin.

Exacta en conjunto con su transformador Aislapol (Grupo BASF) han lanzado el nuevo material llamado **Neopor** (mezcla de poliestireno expandido con grafito). Este material tiene la particularidad de aumentar en un 25% la aislación térmica sin necesidad de aumentar su densidad, llegando incluso a la construcción de viviendas pasivas debido a su alta aislación.

INFORMACIÓN TÉCNICA

2.1 Modelos o Tipos



Contamos con una solución llamada **POPLIPLUS** que consta de dos presentaciones; malla de fibra de vidrio + aditivo líquido y malla de fibra de vidrio + mortero predosificado, especialmente diseñando para revestir el sistema de muros Exacta.



2.2 Usos Principales

Los moldajes de ladrillo y Flat son aptos para cualquier tipo de construcción, desde Viviendas Unifamiliares, Viviendas Sociales Edificios Habitacionales Cámaras Frigoríficas, Subterráneos, Piscinas, etc.

La placa de aislación térmica exterior puede utilizarse en todos los tipos de edificaciones, nuevas o antiguas, siendo aplicable sobre casi cualquier tipo de superficie, muros de ladrillo, hormigón, bloques de hormigón etc.

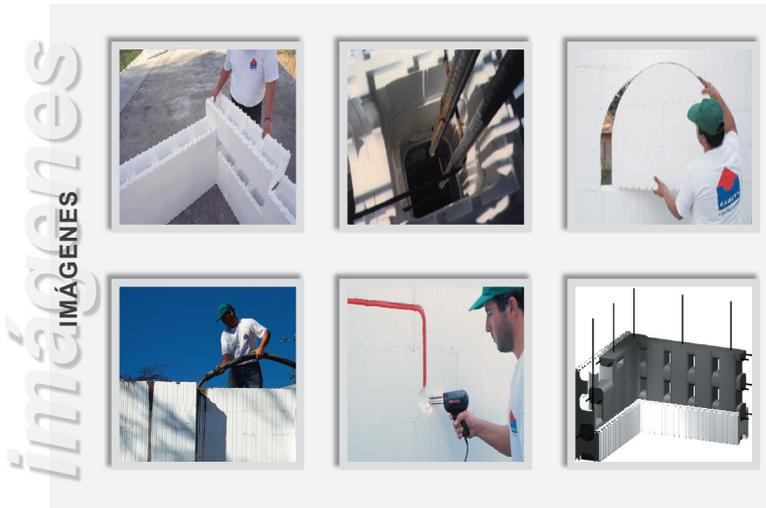


Tabla datos técnicos

	PLACA EXACTA
Densidad	15 Kg/m ³
Peso Propio	2,65 Kg/m ²
Aislación Térmica 5 cm., con muro hormigón de 15 cm	0,65 W/m ² K
Absorción de Humedad	0%
Resistencia a T° extremas	+100°C y -190°C

	FLAT 10	FLAT 14	FLAT 20
Densidad	25 - 30 Kg/m ³	25 - 30 Kg/m ³	25 - 30 Kg/m ³
Peso Propio (sin hormigón)	4,6 Kg/m ²	4,7 Kg/m ²	4,9 Kg/m ²
Peso Propio (con hormigón)	244 kg/m ²	340 kg/m ²	484 kg/m ²
Aislación Térmica	0,3 W/m ² K	0,3 W/m ² K	0,3 W/m ² K
Absorción de Humedad	0%	0%	0%
Consumo de Hormigón	100 Lt/m ²	140 Lt/m ²	200 Lt/m ²
Resistencia a T° extremas	+100°C y -190°C	+100°C y -190°C	+100°C y -190°C

	EXACTA 250	EXACTA 125
Densidad	25 - 30 Kg/m ³	25 - 30 Kg/m ³
Peso Propio	3 Kg/m ²	1 Kg/m ²
Aislación Térmica	0,6 W/m ² K	0,4 W/m ² K
Absorción de Humedad	0%	0%
Consumo de Hormigón	132 Lt/m ²	40 Lt/m ²
Resistencia a T° extremas	+100°C y -190°C	+100°C y -190°C
Aislación Acústica sin estucar	43 dB	35 dB

CARACTERISTICAS

- **Moldajes de Ladrillo y Flat:**
 - Envolvente térmico continuo.
 - Líder en aislación térmica.
 - Versatilidad estructural.
 - Fácil modulación.
 - Buena aislación acústica.
 - Cavidades para instalación de ductos.
- **Placa exterior con cámara de aire:**
 - Impide el traspaso de calor y frío.
 - Versatilidad.
 - Fácil de instalar.
 - Eficiencia energética.
 - Aplicable sobre cualquier superficie.

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

PLACA EXTERIOR EXACTA, CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DE:

- Exacta cuenta con productos que cumplen satisfactoriamente con la Nueva Normativa Térmica, superando ésta en todas las zonas sin necesidad de agregar otros elementos compensatorios.

La factibilidad técnica se revisa en cada proyecto para poder garantizar a nuestros clientes la mejor atención y rendimiento del sistema.

Escribanos a info@exacta.cl

INSTAPANEL

FICHA TÉCNICA

REVESTIMIENTO AISLADO
- CUBIERTA AISLADA
ISOPOL - KOVERPOL
www.instapanel.cl

empresa

nombre tipo de producto

Revestimiento Aislado -
Cubierta Aislada

nombre del producto de la empresa

Isopol - Koverpol

empresa

Instapanel S.A.

web

www.instapanel.cl

teléfono

56 - 2 - 595 0725

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Isopol®

Panel aislante compuesto por dos caras de acero pre-pintado adheridas en forma continua a un núcleo aislante de poliestireno expandido, que se caracteriza por sus excelentes propiedades térmicas. El núcleo aislante incorpora aditivos que le otorgan la propiedad de auto-extinguibilidad.

Tanto por el exterior o por el interior de los paneles se puede suministrar con un esquema de pintura de terminación a la vista en variados colores o con un puente de adherencia para recibir una terminación realizada por terreno. Adicionalmente por el interior se puede atornillar un yeso-cartón para dotar al sistema de la resistencia al fuego requerida según el uso deseado. Sus principales aplicaciones son como cielo, revestimiento y fachadas ventiladas.

Koverpol

Nuevo sistema constructivo de bajo peso, compuesto por un panel trapezoidal continuo para cubierta y revestimiento que integra aislamiento y terminación interior en un solo producto. Esta formado por dos caras de acero prepintado adheridas en forma continua a un núcleo aislante de poliestireno expandido, especialmente formulado para dotar al panel de comportamiento autoextinguible.

1.2 Principales Características

Isopol®

- Se utiliza principalmente como panel de muro, cielo o fachadas ventiladas.
- Factible de suministrar con solo una cara de acero para utilizarlo como revestimiento exterior o interior de muros existentes. Opcionalmente con foil por una cara.
- Certificación de aislamiento según Listado Oficial del Ministerio de la Vivienda.
- Variedad de colores en esquema prepintado.
- Opción de esquema de pintura de alta reflectancia cool roof, con el fin de reducir los flujos de calor al interior del edificio.
- Sistema de traslape Z-Lock que permite eliminar los puentes térmicos, restringe el ingreso de fuego y le otorga una excelente estética a la unión.
- Variedad de espesores de aislamiento.
- Alta capacidad estructural.

Koverpol

- Principalmente utilizado en cubierta o revestimiento habitacional en edificios o proyectos industriales.
- Certificación de aislamiento según Listado Oficial del Ministerio de la Vivienda.
- Variedad de colores en esquema prepintado.
- Factible de suministrar con foil en su cara interior.


instapanel®

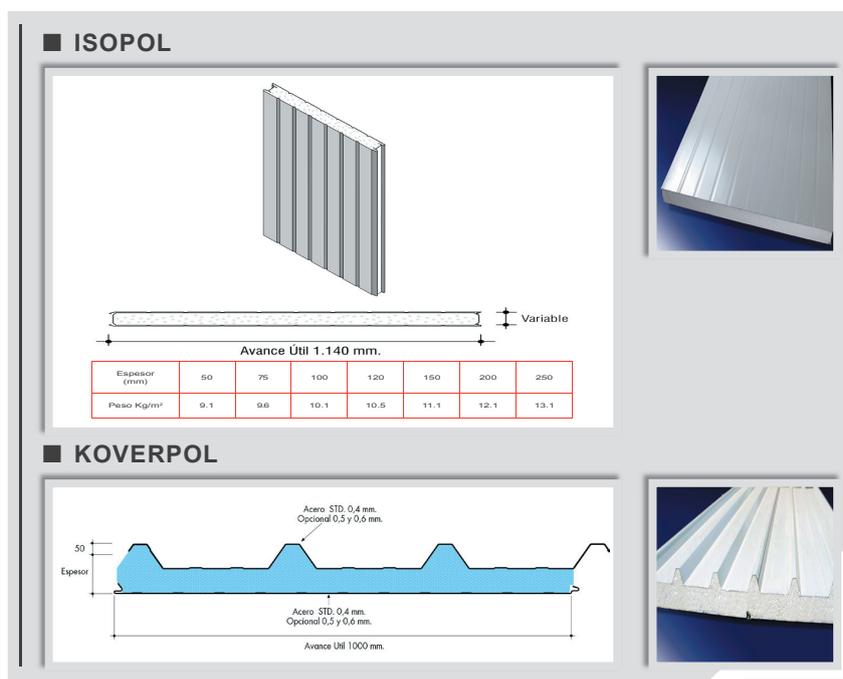


- Opción de esquema de pintura de alta reflectancia cool roof, con el fin de reducir los flujos de calor al interior del edificio.
- Traslapo con sistema que evita infiltración por capilaridad.
- Sistema de unión Z-Lock en la plancha inferior que mejora el sello térmico y el comportamiento al fuego.
- Variedad de espesores de aislamiento.
- Alta capacidad estructural.

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y PROPIEDADES TÉRMICAS - NUEVO ISOPOL								
Espesor [mm]	Peso [kg/m ²]	Largo máx [m]	Elementos Horizontales (Flujo Ascendente)			Elementos Verticales (Flujo Horizontal)		
			Resistencia Térmica Isopol ⁽¹⁾ [m ² K/ W]	Transmitancia Térmica		Resistencia Térmica Isopol [m ² K/ W]	Transmitancia Térmica	
				[W/m ² K]	[Kcal/m ² °Ch]		[W/m ² K]	[Kcal/m ² °Ch]
50	9,1	8	1,442	0,693	0,597	1,472	0,679	0,584
75	9,6	12	2,093	0,478	0,411	2,123	0,471	0,405
100	10,1	14	2,744	0,364	0,314	2,774	0,360	0,310
120	10,5	14	3,265	0,306	0,264	3,295	0,303	0,261
150	11,1	14	4,046	0,247	0,213	4,076	0,245	0,211
200	12,1	14	5,348	0,187	0,161	5,378	0,186	0,160
250	13,1	14	6,650	0,150	0,129	6,680	0,150	0,129

(1): Según NCh 853.Of 91 para densidad de poliestireno 20 kg/m³ y Temperatura 20°C.

1.3 Imágenes



DENOMINACIÓN	ESPESOR mm		PESO Kg/m ²
	Valle	Total	
Koverpol 50	50	100	9,0
Koverpol 75	75	125	9,5
Koverpol 100	100	150	10,0
Koverpol 125	125	175	10,5
Koverpol 150	150	200	11,0
Koverpol 175	175	225	11,5
Koverpol 200	200	250	12,0

El peso corresponde a paneles de espesores 0,5mm para la chapa superior y 0,4mm para la chapa de acero inferior.

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

ISOPOL, CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DE:

- La fabricación del producto se realiza con altos estándares de calidad, protección ambiental y seguridad, bajo certificación ISO 9.001, Iso 14.001 y OHSAS 18.001 todos ellos certificados mediante ensayos internos y externos. Entre los ensayos se destacan los relacionados con el esquema de pintura (adherencia, doblado, niebla salina, frotos con solventes entre otros) y ensayos de carga para validar la resistencia estructural de los paneles.

Por su parte, la capacidad aislante se certifica mediante memorias de cálculo de acuerdo a las propiedades del núcleo, bajo las norma chilena NCh853 Of.91.

Adicionalmente, la adherencia entre el núcleo aislante y las caras de acero se verifica de acuerdo a la ASTM 1623 lo asegura un comportamiento monolítico del sistema.

ENSAYOS ESQUEMA DE PINTURA: POLIÉSTER ESTÁNDAR				
PRUEBA	ENSAYO	NORMA	ESPECIFICACION DEL ENSAYO	OBSERVACIONES
Prueba de brillo	Brilo a 60° (%)	ASTM D-523-89	35-40%	Top coat
Pruebas mecánicas	Flexibilidad	ASTM D-4145-83	2T Bend	Sin desprendimiento
	Adherencia	ASTM D-3359-87	5B	Sin desprendimiento
	Impacto	ASTM D-2794-84	80 plg-lb	Sin desprendimiento
Pruebas de curado	Dureza (lápiz gráfico)	ASTM D-3363-89	H Mínimo	
	Frotos solventes	NCCAII-18-80	>100 Frotos MEX	Dobles
Pruebas de envejecimiento	Niebla salina	ASTM B-117-90; D-1654-84	1000 horas	Sin ampollamiento

K N A U F

FICHA TÉCNICA

REVESTIMIENTO SEMI DIRECTO
REVESTIMIENTO W623 SEMI DIRECTO
www.knauf.cl

empresa

nombre tipo de producto
Revestimiento semi directo

nombre del producto de la empresa
Revestimiento W623 semi directo

empresa
Knauf

web
www.knauf.cl

teléfono
56 - 2 - 584 9400

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Los revestimientos permiten mejorar el aislamiento térmico de muros perimetrales y soluciones de pisos ventilados, compuestos a partir de una estructura de perfiles de acero galvanizado y placas de yeso cartón, junto con la incorporación de material aislante o una cámara de aire según los requerimientos de la Zonificación Térmica donde se emplaza la construcción.

Este sistema se utiliza para mejorar las cualidades de un muro existente, tanto en su apariencia y correcciones, así como también para mejorar su aislamiento acústico y térmico.

El revestimiento semi directo Knauf puede ser aplicado tanto para el aislamiento de muros perimetrales como solución para el aislamiento de pisos ventilados.

VENTAJAS DEL SISTEMA

- Permite aumentar el aislamiento térmico de los muros perimetrales, permitiendo el ahorro de energía.
- Reduce el riesgo de condensación en los muros.
- Incrementa el aislamiento acústico del muro.
- Permite cualquier tipo de terminación (pinturas, papeles murales, cerámicas).
- Montaje rápido y fácil.
- Posibilidad de renovar las instalaciones eléctricas y sanitarias sin necesidad de romper muros.
- Excelente solución para remodelaciones y rehabilitaciones.

1.2 Imágenes



KNAUF
PLACAS DE YESO • PERFILES • MASILLAS

REVESTIMIENTO SEMI DIRECTO

2.1 Modelos o tipos

Sistema W623 - Revestimiento semi directo aplicado a muros perimetrales.

Aplicación

Se utiliza como revestimiento interior en muros perimetrales de albañilería u hormigón, con el fin de mejorar su aislamiento térmico. Son aplicables a todo tipo de edificaciones, tanto habitacionales, comerciales, educacionales, por nombrar solo algunos. Se utilizan tanto en obras nuevas como remodelaciones generando ambientes de gran calidad.

Está compuesta por una estructura de perfiles F47 fijada a la pared mediante anclajes directos, revestida por placas de yeso cartón, esta estructura deja espacios libres interiores que son rellenados con material aislante, opcionalmente se puede incorporar una barrera de vapor, para prevenir las condensaciones. Sistema W623 - Revestimiento semi directo aplicado a pisos ventilados.

Aplicación

Se utiliza como revestimiento exterior en losas o estructuras de pisos (pisos ventilados), con el fin de mejorar su aislamiento térmico.

Las aplicaciones más comunes son losas expuestas de segundos pisos ubicadas sobre estacionamientos en edificios departamentos, viviendas sobre pilotes, etc. Utilizadas en obras nuevas y remodelaciones.

Esta solución está compuesta por perfiles F47 fijados a la losa mediante anclajes directos, espacio en el cual se incorpora el material aislante. Esta estructura es revestida por una placa apta para el uso exterior.

2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

Componentes del revestimiento semi directo Knauf.

- **Anclaje directo F47:** se utiliza como accesorio del perfil F47, para fijación de la estructura a losas o cerchas. Anclaje a muros, en Revestimientos.
- **Dimensiones:** largo de la pieza extendida 290mm. Largo plegada, 120mm. En formato plegado de 60mm de largo.
- **Perfiles F47:** perfiles de acero galvanizado, son el soporte de las placas de yeso-cartón. Dimensiones 17x47x5 L=3mts.
- **Canal U 20x25:** se ubican en la parte inferior y superior, entre éstas se ubican los perfiles. Dimensiones 20x26 L=3 mts.
- **Placas de yeso-cartón:** están compuestas de un alma de yeso que contiene fibra de vidrio y otros aditivos. Revestidas en sus dos caras por una lámina de cartón, la cara aparente tiene impresa una línea vertical central formada por una serie de letras "K" separada a eje cada 60cm y una línea de puntos a eje cada 40cm. En el caso de la placa RF, posee una línea de KF. Tipos ST, RH y RF. Espesores 10-12,5-15mm.
- **Largos:** 2,4 y 3,00mts.

Complementos

- **Banda Acústica Knauf:** cinta superficial de espuma de polietileno, elástica y estanca, autoadhesiva en una cara de 3mm de espesor, disponible en ancho 30, 50, 70mm. Se utiliza en las superficies de contacto de los perfiles, canales y perfil F47, con cualquier estructura. Absorbe las irregularidades de superficies de contacto. Garantiza estanqueidad en el perímetro de los elementos.

R100 MÍNIMO ROTULADO SEGUN NORMA Nch 2251

Complejo piso Ventilado	Zona1	Zona2	Zona3	Zona4	Zona5	Zona6	Zona7
	23	98	123	150	183	239	295

ESPESOR REFERENCIAL DEL AISLANTE TERMICO PARA LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE PISOS VENTILADOS (mm)

R100	Zona1	Zona2	Zona3	Zona4	Zona5	Zona6	Zona7
Poliestireno expandido 10kg/m ³	20	45	55	65	80	105	130
Lana de vidrio 11kg/m ³	30	50	60	80	80	100	130
Poliuretano rígido 40kg/m ³	6	25	33	39	47	62	77

Fuente Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones artículo 4.1.1 G . Manual de Aplicación de Reglamentación Térmica pág. 43.

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

IMPORTANTE

- Referencias técnicas:
- O.G.U.C. Artículo 4.1.10. Acondicionamiento térmico.
- NCh 2251 Of 94; NCh 853 Of 91

MASISA

FICHA TÉCNICA

TABLERO HIDRORESISTENTE HR
REVESTIMIENTO W623 SEMI DIRECTO
www.masisa.cl

nombre tipo de producto
Tablero Hidroresistente HR

nombre del producto de la empresa
Revestimiento W623 semi directo

empresa
Masisa

web
www.masisa.cl

teléfono
56 - 2 - 707 8800

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Es un tablero de partículas de madera que utiliza como aglomerante resina Melamina – Urea Formaldehído y pigmentado de color verde en su capa media para diferenciarlo de otros tipos de aglomerados.

Es un Tableros de Partículas para ser utilizado en ambientes húmedos, con propiedades físicas que cumplen las del Tipo P3 (Tableros no estructurales utilizados en ambientes húmedos) del estándar UNE - EN 312: 2004.

USOS

- Usos en Mueblería:
 - Muebles de Cocina, especialmente para Cubiertas postformadas y zócalos de muebles.
 - Muebles de baño, especialmente diseñados para ambientes de altas exigencias.
 - Muebles hospitalarios e institucionales.
 - La característica de acabado superficial lo hace ideal para realizar cualquier tipo de recubrimiento, laminados de alta presión, etc.
 - Uso especificado en muebles con posibilidad eventual de mojado directo.
- Usos en Construcción:
 - Pisos y revestimientos Tabiques en zonas húmedas
- Otros Usos:
 - Soporte de letreros camineros.
 - Exhibidores de productos de alta sollicitación.
 - Embalajes
- Formatos:
1,52x2,44 y 1,52x4,88*
*Formato fabricado a pedido.
- Espesores:
12* - 15 y 18mm.
*a pedido
Otros espesores a consultar factibilidad técnica.

1.2 Ventajas de Hidroresistente HR Masisa



- Tablero más resistente en usos en ambientes de mayor Humedad.
- Permite procesos de pintura, laminación y otros acabados.
- Tablero fácilmente identificable por su color verde en su capa interior.

MASISA

Propiedades	Método de Referencia	Unidad	Tolerancia	12*	15	18
Densidad	EN323	(Kg/m ³)	±25	680	680	680
Flexión	EN310	(N/mm ²)	±3	21	20	19
Tracción	EN319	(N/mm ²)	±0,15	0,75	0,65	0,55
Extracción Tornillo canto	EN320	N	-	min. 700	min. 700	min. 700
Tracción Método de cocción	EN1087-1	(N/mm ²)	-	min. 0,15	min. 0,15	min. 0,15
Hinchan 24 horas	EN317	%	-	máx. 6	máx. 6	máx. 6

Formato (m) 1,52 X 2,44 / 1,52 X 4,88*

* Espesor / Formato fabricado a pedido.

Tolerancias Dimensionales

Espesor ±0,2mm

Largo y ancho ±0,2mm/m

Diferencia entre diagonales ±0,2mm/m

Rectitud de los cantos ±0,2mm/m

2.1 Recomendaciones

Recomendaciones antes de trabajar con Hidroresistente HR Masisa

- **Aclimatación:** Para una correcta aclimatación, esta se debe llevar a cabo en su lugar de instalación, los tableros deben separarse entre si de modo que expongan sus dos caras al ambiente por un período de 24 a 48 horas.

Recomendaciones para trabajar con Hidroresistente HR Masisa en construcción de tabiques y pisos

- **Juntas de dilatación:** Masisa Hidroresistente HR Masisa debe ser instalado dejando juntas de dilatación en los cuatro costados del tablero, dejando un espacio de 5 mm entre ellos y 6 mm en encuentro de Hidroresistente HR Masisa con otras estructuras. Estas juntas pueden dejarse a la vista, taparse con junquillos, tapa juntas o con algún relleno de fragüe elástico. En ningún caso se rellenarán con material rígido o que endurezca una vez aplicado.
- **Distanciamiento de apoyos:** Para lograr una adecuada solución para el distanciamiento entre apoyos, se deben considerar la resistencia a la flexión y los requerimientos a que están sometidos.
- **Distanciamiento de fijaciones:** Las fijaciones, clavos o tornillos, deberán estar distanciadas como máximo 50 cm una de otra al interior del tablero y 30 cm en el perímetro.

Recomendaciones para trabajar con HR Hidroresistente Masisa en Mueblaría

- **Recubrimientos a aplicar:** Sobre Masisa Hidroresistente HR Masisa es posible aplicar cualquier tipo de recubrimientos, tales como:
- **Pintura:** Se debe tener en cuenta que es recomendable no utilizar pinturas o adhesivos muy diluidos, se recomienda aplicar, previamente, una mano delgada de látex acrílico sin diluir como imprimante.
- **Otros recubrimientos:** También pueden ser utilizados otros tipos de recubrimientos, tales como enchapes de madera natural, laminados de alto presión, textiles, etc.

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

IMPORTANTE

- Los tableros tienen un contenido de humedad entre el 5% y el 11% al momento del despacho, medida usando el método estándar EN322.
- Los tableros cumplen los estándares de calidad clase E-1 en emisión de formaldehído según norma europea UNE-EN312.
- Las tolerancias especificadas tienen una confianza estadística del 95%

NOVA CHEMICALS

FICHA TÉCNICA

FACHADAS AISLADAS
NOVA CHEMICALS CHILE LTDA.
www.novachem.cl

empresa

nombre tipo de producto
Safe Block - Isoblock - External Wall

nombre del producto de la empresa
Safe Block - Isoblock - External Wall

empresa
NOVA Chemicals Chile Ltda.

web
www.novachem.cl

teléfono
56 - 2 - 603 3359
56 - 2 - 603 4394
56 - 2 - 623 8890

DESCRIPCIÓN

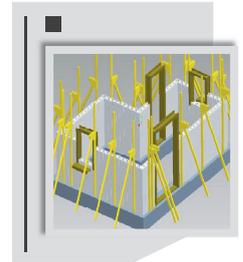
1.1 Definición

Safe Block

Los paneles de Poliestireno Expandido (EPS) están diseñados en 40 cm de altura por 120 cm de longitud. Los paneles de EPS se ensamblan unos con otros y se fijan entre sí mediante conectores plásticos, espaciados cada 20 cm. La red de conectores permite retener el panel de EPS opuesto y a su vez, formar una cavidad en donde el acero de refuerzo y el concreto son colocados, creando muros continuos de hormigón armado.

Los paneles de EPS se fabrican mediante la inyección y expansión de perlas de poliestireno con densidad de 32 Kg/m³. Dichos paneles conforman un sistema constructivo en base a un moldaje permanente aislante para muros de concreto (ICF). Los muros conformados a partir de estos paneles pueden recibir carga al ser utilizados como muros estructurales, dinteles, muros de contención, muros para sótanos, etc.

El sistema constructivo puede lograr diferentes espesores de muros continuos de hormigón armado (10, 15, 20, 25 y 30 cm) y consta además de esquineros derecho e izquierdo para una mejor conformación del sistema.

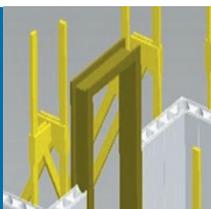
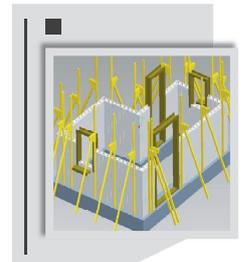
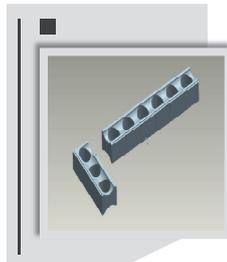


Isoblock

Los bloques de Poliestireno Expandido (EPS) están diseñados en 30 cm de altura por 122 cm de longitud. Los bloques de EPS se ensamblan unos con otros formando un muro de hormigón armado con aislación térmica incorporada. El acero de refuerzo y el concreto son colocados en cada una de las cavidades horizontales y verticales que posee el bloque.

Los bloques de EPS se fabrican mediante la inyección y expansión de perlas de poliestireno con densidad de 22 Kg/m³. Este producto conforma un sistema constructivo en base a un moldaje permanente aislante para muros de concreto (ICF).

Los muros conformados a partir de estos bloques pueden recibir carga al ser utilizados como muros estructurales, dinteles, muros de contención, muros para sótanos, etc.



El sistema constructivo logra muros de hormigón armado de 20 cm de espesor y consta además de esquineros derecho e izquierdo para una mejor conformación del sistema.

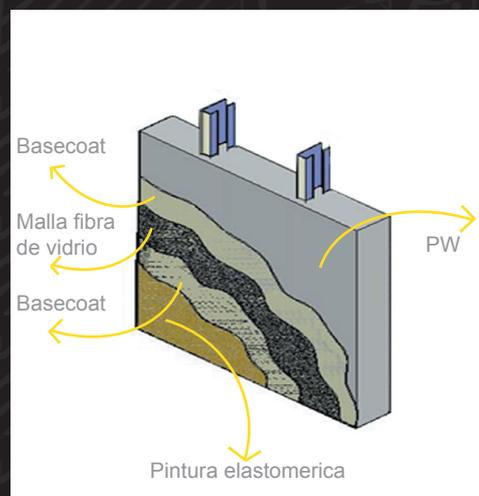
External Wall

Los paneles de Poliestireno Expandido (EPS) están diseñados en 6, 8, 10 y 12 cm de espesor por 60 cm de ancho y una longitud de hasta 12 m. Los paneles tienen una densidad de 20 Kg/m³. Cada panel aislante, cuenta en la parte interna con dos canales "C" de acero, separados a una distancia de 30 cm., los cuales son incluidos dentro de los paneles como soporte para el acabado que se requiera en las partes expuestas. Los canales "C" de acero galvanizado de 0,8mm de espesor poseen perforaciones para permitir el paso de las instalaciones.

El panel puede ser utilizado con el perfil de acero expuesto por ambas caras, como así también con una cara oculta con Poliestireno Expandido, esto último es recomendado para recubrimientos de fachadas ya que produce una superficie exterior continua y aislada lo que evita dilataciones por variaciones de temperatura en los diferentes materiales, riesgos de condensación, etc. y también facilita el uso de canterías u otros.



PARTITION WALL / EXTERNAL WALL



INFORMACIÓN TÉCNICA

2.1 Modelos o Tipos

Safe Block

El sistema de moldaje permanente posee ventajas tales como: Aislación térmica, Aislación acústica, Protección contra la humedad, Construcción rápida, sencilla y limpia, Flexibilidad de construcción y Facilidad para las instalaciones hidráulicas y eléctricas. Este sistema cuenta además con importantes ventajas en el rendimiento de colocación del producto (100m²/día).

Isoblock

El sistema de moldaje permanente posee ventajas tales como: Aislación térmica y acústica, Protección contra la humedad, Flexibilidad de diseño, Construcción rápida y sencilla, Faenas más limpias y con menos residuos, Facilidad para las instalaciones hidráulicas y eléctricas, etc. Este sistema cuenta además con importantes ventajas en el rendimiento de colocación del producto (100m²/día).

External Wall

El sistema de fachada cuenta con las siguientes ventajas: Construcción rápida, sencilla y limpia, Aislación térmica, Protección contra la humedad, Flexibilidad de construcción y Facilidad para las instalaciones hidráulicas y eléctricas. Rendimiento de colocación del producto: 120 m²/día.



PIZARREÑO

FICHA TÉCNICA

SOLUCION DE AISLACION
EXTERIOR DE LA ESTRUCTURA
MUROS Y TABIQUES
www.pizarreno.cl

empresa

nombre tipo de producto
Solución de aislación de interior de la estructura

nombre del producto de la empresa
Fibrotec (EIFS) y Fachadas ventiladas

empresa
Soc. Industrial Pizarreño S.A.

web
www.pizarreno.cl

teléfono
56 - 2 - 391 2401

fax
56 - 2 - 391 2488



DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Soluciones de aislación exterior a la estructura: Fibrotec (EIFS) (Direct Applied) y Fachadas ventiladas con revestimientos arquitectónicos.

- **Fibrotec (EIFS, SATE):** Sistema de aislación térmica exterior o Direct Applied.
- **Fachadas ventiladas con revestimientos arquitectónicos:** Muros con aislación por ventilación. (Glasal, Eterplac, Etercolor, Carat, Natura)
- **Muros compuestos:** Muros con aislación contenida dentro del espacio de la estructura.
- **Permanit:** espesores tradicionales y altos espesores. Fibrocemento de densidad estándar en espesores de 4,5,6,8,10,12,15mm para una amplia gama de aplicaciones con especial resistencia a la humedad y al fuego.

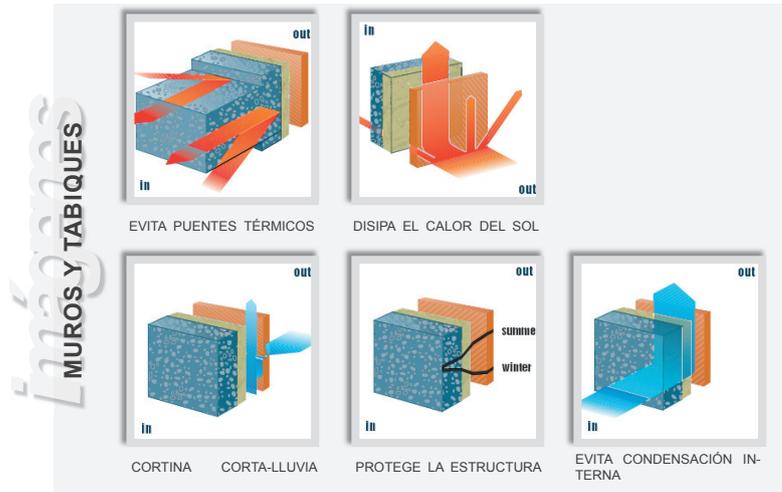
■ **Promatect-H:** Placa de fibrosilicato para protección de muros, tabiques, puertas y estructuras metálicas. Logra hasta RF 180. Esperores: 8,10,12 y 15mm.

1.2 Usos principales

Fibrotec (EIFS):
Se aplican a muros existentes que requieran de mayor aislación. El sistema incluye terminación y aporta altos índices de aislación al muro. Es de instalación simple.

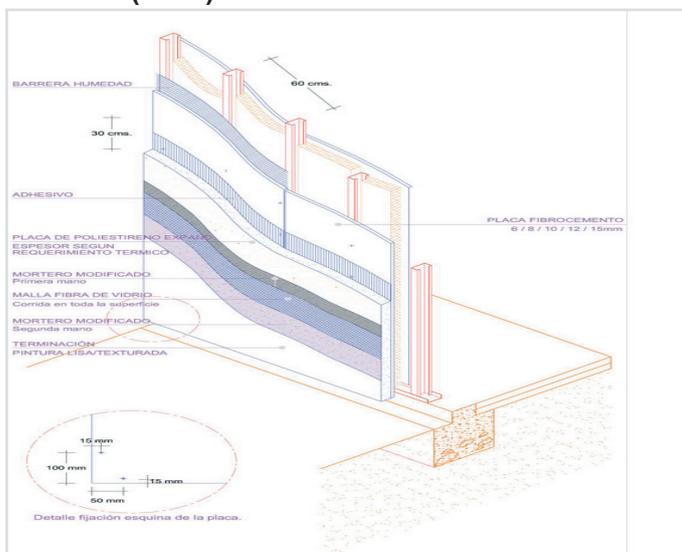
Fachadas ventiladas:
Las fachadas ventiladas se utilizan para evitar puentes térmicos y la condensación interna, disipar el calor del sol, funcionar como cortina corta-lluvia, proteger las estructuras principales y el muro estructural de los cambios de temperatura.

1.3 Imágenes



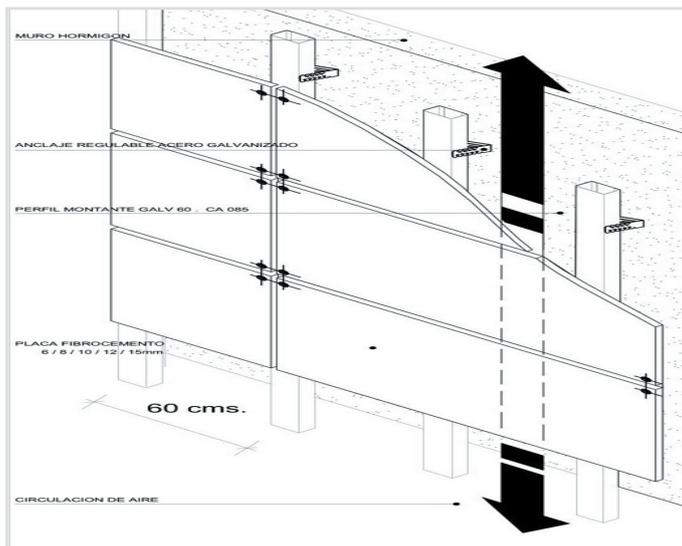
2.1 Modelos o Tipos

Fibrotec (EIFS):



Muro compuesto / Estruct. Metal + Revestimiento Placa de Fibrocemento + Aislacion Ext.

Fachadas ventiladas:



Fachada ventilada / Estruct. Metal + Aislante + Revestimiento Fibrocemento

2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas de muros compuestos

ENSAYO DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO PARA FACHADAS VENTILADAS							
RESISTENCIA TÉRMICA EQUIVALENTE (RT); (M ² * KW)	TRANSMITANCIA TÉRMICA EQUIVALENTE (U); (W/ m ² K)	ESTRUCTURA	AISLACION TERMICA		REVESTIMIENTOS		SOLUCION
			MATERIAL	REVESTIMIENTO CARA 1	REVESTIMIENTO CARA 2	ESPEJOR (mm)	
2,17	0,46	Montante - Perfil Fe Galvanizado 60x40x0,85mm	poliestireno expandido 60mm/15Kg/m ³ Alb.	Ladrillo reforzado	Placa Fibrocemento 8mm	FIBROTEC	

ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO, ACÚSTICO Y FUEGO PARA FACHADAS DIRECT APLIED Y EIFS									
RESISTENCIA TÉRMICA EQUIVALENTE (RT); (M ² * KW)	TRANSMITANCIA TÉRMICA EQUIVALENTE (U); (W/ m ² K)	RESISTENCIA AL FUEGO (RF)	RESISTENCIA ACÚSTICA DB(A)	ESTRUCTURA	AISLACION TERMICA		REVESTIMIENTOS		ESPEJOR TABIQUERIA
					MATERIAL	REVESTIMIENTO CARA 1	ESPEJOR (mm)		
1,34	0,75	F-30	48	Montante - Perfil Fe Galvanizado 90x40x0,85mm	Lana Mineral 70 Kg/m ³	Placa Fibrocemento Permanit 8mm	Placa Fibrocemento Permanit 8mm	106	
1,43	0,70	F-90	55	Montante - Perfil Fe Galvanizado 90x40x0,85mm	Lana Mineral 70 Kg/m ³	Placa Fibrocemento Permanit 15mm	Placa Fibrocemento Permanit 15mm	120	
1,23	0,81	F-120		Montante - Perfil Fe Galvanizado 60x40x0,85mm	Lana Mineral 40 Kg/m ³	Fibrosilicato Promatext H 12mm +	Fibrosilicato Promatext H 12mm +	104	

Permanit®

Permanit Ranurado®

Ceramic Base®

Internit®

Promat®



Glásal®

Carat®

Eterflex®

Natura®

Eterplac®

PROSOL SYSTEM FICHA TECNICA

SATE SISTEMA AISLACIÓN
TÉRMICA EXTERIOR

PROSOL - SATE
www.prosol-system.cl

empresa

nombre tipo de producto
SATE Sistema aislación térmica exterior

nombre del producto de la empresa
Prosol - Sate

empresa
Prosol System

web
www.prosol-system.cl

teléfono
56 - 2 - 622 2020

fax
56 - 2 - 621 3231



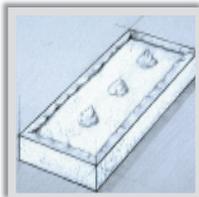
DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

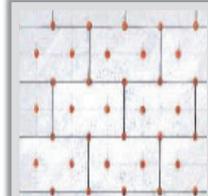
Prosol-SATE es un sistema de aislación térmica exterior para muros que consiste en un recubrimiento que incorpora una capa de poliestireno expandido (EPS) adherida al muro o tabique estructural con adhesivo Prosol Pasta-E1 y reforzada con una malla de fibra de vidrio Progard-150 embebida en una delgada capa de mortero elastomérico (mortero base), Prosol-Pasta E2 para luego ser terminada con una pintura de terminación la que puede ser texturizada o lisa (terminación o finish) . Genéricamente este sistema se llaman SATE (Sistema aislamiento térmico exterior) o en ingles EIFS (Exterior insulation and finish system)

1.2 Imágenes

- Sistema estándar con adhesivo Prosol Pasta E1:



- Sistema con fijación mecánica Fix-Ter P para albañilería u hormigón (especial para recuperacion de viviendas)



- Sistema con fijación mecánica Arandela Fix-Ter M para placa Fibro Cemento.



- Instalación malla fibra de vidrio ProGard 150 con mortero base y textura de terminación.



Prosol pasta E-2



Pasos hasta terminación



Instalación de finish

2.1 Modelos o Tipos

- Sistema estándar con fijación adhesiva
- Sistema con fijación mecánica para albañilería y hormigón.
- Sistema con fijación mecánica para placa fibrocemento.

2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

El **SATE** es una de las técnicas las mas utilizadas en el mundo desarrollado, por ser una solución eficiente, en edificaciones nuevas y en especialmente en reparaciones y remozamientos de fachadas antiguas.

Con esto, eliminamos los puentes térmicos que dan origen a molestos espacios donde se produce condensación del vapor de agua contenida en el aire, llevando el punto de roció fuera del muro, aumentando la aislación de los estratos, y materiales que conforman la estructura de la edificación pudiendo aprovechar de mejor forma la inercia térmica del muro masivo en los casos que este exista.

Por ejemplo: un muro albañilería de 14cm de espesor con un U 2.1 ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$), al instalar el sistema SATE con 5 cm. de poliestireno expandido de $15Kg/m^3$, cambia a un U de 0,6 ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$), esto quiere decir que este muro es capaz de cumplir en zona 7, según la tabla del artículo 4.1.10 de la OGUC.

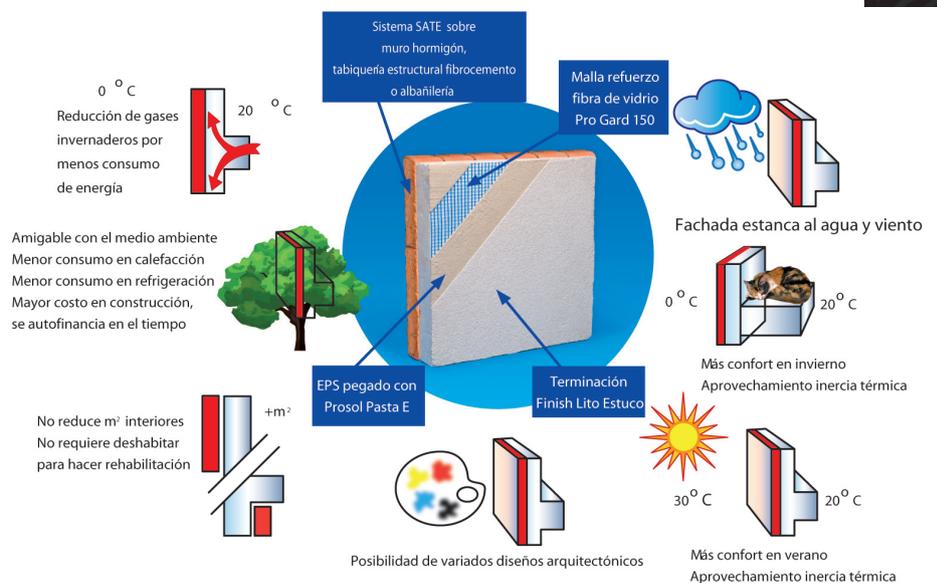
2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

PROSOL-SATE, CUMPLE CON LAS CERTIFICACIONES:

- Con la aplicación del sistema PROSOL-SATE en cualquier sustrato y haciendo el calculo de espesor de poliestireno expandido correspondiente, fácilmente se llega al valor U requerido según la zona geografica, es decir cumple fácilmente la ordenanza general de Construcción Art. 4.1.10 referente a reglamentación térmica. El resto de las normativas las deben cumplir la estructura portante su aislación interior y el revestimiento interior, por lo que el sistema cumple perfectamente con las normas que regulan la construcción en Chile.

La configuración de cada proyecto en particular debe estudiarse en forma especial, para garantizar el mejor rendimiento del sistema, para asesoria comuniquese a Dpto tecnico al 02-622 2020 o al email ventas@prosolsystem.cl

■ Aislación exterior SATE - EIFS



ROMERAL FICHA TÉCNICA

PLACA DE YESO – CARTÓN
GYPLAC + POLIESTIRENO
EXPANDIDO
POLIGYP
www.romeral.cl

empresa

nombre tipo de producto
Placa de Yeso – Cartón Gyplac
+ Poliestireno Expandido.

**nombre del producto de la
empresa**
Poligyp

empresa
Sociedad Industrial Romeral S.A.

web
www.romeral.cl

teléfono
56 - 2 - 510 6100

fax
56 - 2 - 510 6123



DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Producto que mejora notablemente la aislación térmica de la envolvente de una vivienda. Se trata de una placa de **Yeso-Cartón Gyplac®** a la que se le adhiere una plancha de Poliestireno Expandido de 15 kg/m³ de densidad y 10 mm de espesor (el espesor puede variar según el requerimiento térmico); el Poliestireno Expandido es pegado a la placa **Gyplac®** en fábrica mediante un pegamento especialmente formulado, obteniendo así una plancha conformada que ofrece una excelente solución como revestimiento térmico, pues a la habitual calidad y calidez de la placa Gyplac® se le suman las bondades térmicas del Poliestireno Expandido.

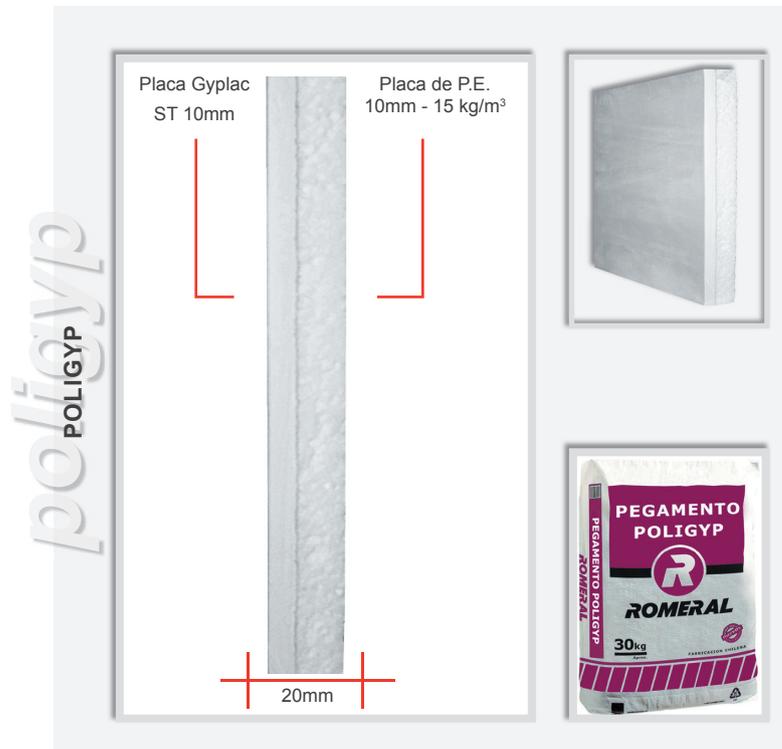
1.2 Usos principales

El Poligyp® es un revestimiento térmico de muros perimetrales nuevos o antiguos de hormigón armado, albañilería u otros y es apto para todo tipo de soluciones habitacionales.

Particularmente recomendado para todo tipo de ambientes, en especial de uso discontinuo, pues reduce notablemente el tiempo de puesta en régimen de calefacción o refrigeración según sea el caso.

Recordando que al no poseer estructuras (perfiles metálicos) en su aplicación, elimina y controla perfectamente los puentes térmicos.

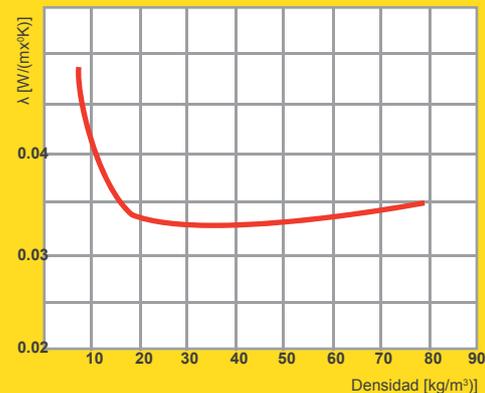
1.3 Imágenes



2.1 Modelos o Tipos

La extraordinaria capacidad de aislar térmicamente una vivienda con **Poligyp®** viene dado por el coeficiente de conductividad térmica del material (λ), el cual se define como la cantidad de calor (kcal o Watt) que pasa en 1 hora a través de una capa de material de 1 m² de superficie y de 1 m de espesor, en un régimen de flujo térmico constante, cuando la diferencia de temperatura entre ambas superficies es de 1 grado centígrado. Su unidad es kcal/mh °C o Watt/m²K y se rige bajo la Nch. 850.

La nueva modificación a la O.G.U.C., correspondiente a la 2° etapa de la Reglamentación Térmica de Viviendas establece los valores máximos de Transmitancia Térmica por zona que deberán cumplir los muros perimetrales.



Coefficiente de conductividad térmica de las planchas de poliestireno expandido para distintas densidades a una T° media de 10°C.

ESPESOR DE PLACA GYPLAC (mm)	ESPESOR DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO (mm)	PESO APROX (kg/m²)	RESISTENCIA-TÉRMICA R (m² °C/W)
10	10	7.0	0.2824
10	15	7,1	0,4043
10	20	7.2	0.5263
10	30	7.4	0.7702
10	40	7.6	1.0141
10	50	7.8	1.2580
10	60	8.0	1.5019

Para mayor información consulte a nuestro Departamento Técnico.

2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

Las planchas de **Poligyp®** se presentan en dimensiones de 1.20 x 2.40 mts y el espesor varía de acuerdo al requerimiento térmico. Los espesores del **Poligyp®** varían desde los 20 mm hasta los 70 mm. Para dimensiones especiales consulte con nuestro Departamento Técnico. Las planchas de **Poligyp®** son entregadas en pallets de 40 unidades.

Consultar por espesores y tipos de placas Gyplac® especiales (Placas Resistentes a la Humedad RH y Resistentes al Fuego RF de 12.5 ó 15 mm).

Para requerimientos térmicos consulte con nuestro Departamento Técnico.

CONSUMO ESTIMADO POR M2 DE POLIGYP®		
Descripción	Unidad	Cantidad
Poligyp® Romeral 30 mm	m²	1.05
Pegamento Poligyp® 30 kg *	kg	3,6 Kg/m²
Huinchas de celulosa papel microperforada	ml	1.65
Masilla Base Romeral 30 kg para juntas	kg	0.36

* Se consideran 10 motas por m² de 10 cm de diámetro y espesor 5 cm.

** Esta cantidad dependerá del desajuste que presente el muro

ZONA		U	RT
ZONA 1	Arica, Iquique, Antofagasta, Copiapó, La Serena	4.0	0.25
ZONA 2	Valparaíso	3.0	0.33
ZONA 3	Santiago, Rancagua	1.9	0.53
ZONA 4	Talca, Concepción, Los Angeles	1.7	0.59
ZONA 5	Temuco, Villarica, Osorno, Valdivia	1.6	0.63
ZONA 6	Puerto Montt, Frutillar, Chaitén	1.1	0.91
ZONA 7	Coyhaique, Punta Arenas	0.6	1.67

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

LAS PLANCHAS DE POLIGYP®, CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DE:

- Las placas de yeso – cartón Gyplac se fabrican bajo la NCh 146, Parte 1 y Parte 2.

El Poligyp se encuentra inscrito en el listado de Soluciones Constructivas para Cumplir con la Reglamentación Térmica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

TRANSACO FICHA TECNICA

POLIESTIRENO EXTRUIDO
OWENS CORNING
FOAMULAR
www.transaco.cl

empresa

nombre tipo de producto
Poliestireno Extruido

nombre del producto de la empresa
Foamular

empresa
Transandina de Comercio S.A.

web
www.transaco.cl

teléfono
56 - 2 - 421 8070

fax
56 - 2 - 236 2036



DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Aislamiento térmico de poliestireno extruido, mediante el proceso HYDROVAC, exclusivo de Owens Corning, con celdas cerradas, superficie lisa y paredes que se interconectan sin dejar vacíos. Esta estructura uniforme le da a Foamular altos valores de resistencia térmica y una resistencia superior al paso de humedad.

El producto se fabrica con diferentes resistencias a la compresión para satisfacer todas las necesidades del constructor. Esto le permite al producto usarse tanto en cubiertas, losas de cámaras frigoríficas o en muros perimetrales (EIFS).

1.2 Imágenes



OWENS CORNING

2.1 Características cuantitativas y/o cualitativas

Dependiendo de la resistencia a la compresión, el producto se denomina:

- F- 250, resistencia de 1,76 Kg/cm²
- F- 400, resistencia de 2,81 Kg/cm²
- F- 600, resistencia de 4,22 Kg/cm²
- F- 1000, resistencia de 7,03 Kg/cm²

VENTAJAS DE FOAMULAR

- Baja conductividad térmica. Alta resistencia Térmica R=0,88 (m² °C/W) por pulgada de espesor (T=24°C)
- Baja absorción de agua. Lavable con agua a presión.
- Auto extinguido, Certificado Underwriters Laboratories U-197.
- 15 años de garantía contra defectos de fabricación.
- Liviano ,fácil de manipular.

PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS					
Propiedades	Método ASTM ⁽²⁾	Foamular 250/AGTEK	Foamular 400/404	Foamular 600/604	Foamular IS
Conductividad Térmica -"K" (btu in/ft ² h) (máxima) - Temperatura media de 75°F - Temperatura media de 40°F	C518	0,20 0,18	0,20 0,18	0,20 0,18	0,20 0,18
Resistencia Térmica -"R" (°F b ² h/btu) (mínima) - Temperatura media de 75°F - Temperatura media de 40°F	C518	5,00 5,40	5,00 5,40	5,00 5,40	5,00 5,40
Valor de resistencia a la compresión especificado (mínima) valor lb/in ² (4)	D1621	25,00	40,00	60,00	15,00
Valor de resistencia a la flexión mínimo valor lb/in ² (5)	C203	75,00	115,00	140,00	65,00
Absorción de agua (máximo) (% por volumen)	C272	0,10	0,05	0,05	0,05
Permeabilidad al vapor de agua (máxima) (perm) (6)	E96	1,10	1,10	1,10	0,20
Afinidad al agua	Hidrofóbico				
Capilaridad	Ninguna				
Estabilidad dimensional (máxima) % de variación (7)	D2126	2,00	2,00	2,00	2,00
Coefficiente lineal de expansión térmica (máxima) (in/in°F)		2,7X10 ⁻⁵	2,7X10 ⁻⁵	2,7X10 ⁻⁵	2,7X10 ⁻⁵
Propagación de flama (8) (9)	E84	5,00	5,00	5,00	5,00
Humo (8) (9) (10)	E84	45-175	45-175	45-175	45-175
Índice de oxígeno (mínimo) (8)	D2863	24,00	24,00	24,00	24,00

VEKA FICHA TÉCNICA

PERFILES DE PVC
VENTANAS DE PVC
www.vekachile.cl

empresa

nombre tipo de producto
Perfiles de PCV

nombre del producto de la empresa
Ventanas de PVC

empresa
Veka Chile S.A.

web
www.vekachile.cl

teléfono
56 - 2 - 321 7879

fax
56 - 2 - 263 0729

DESCRIPCIÓN

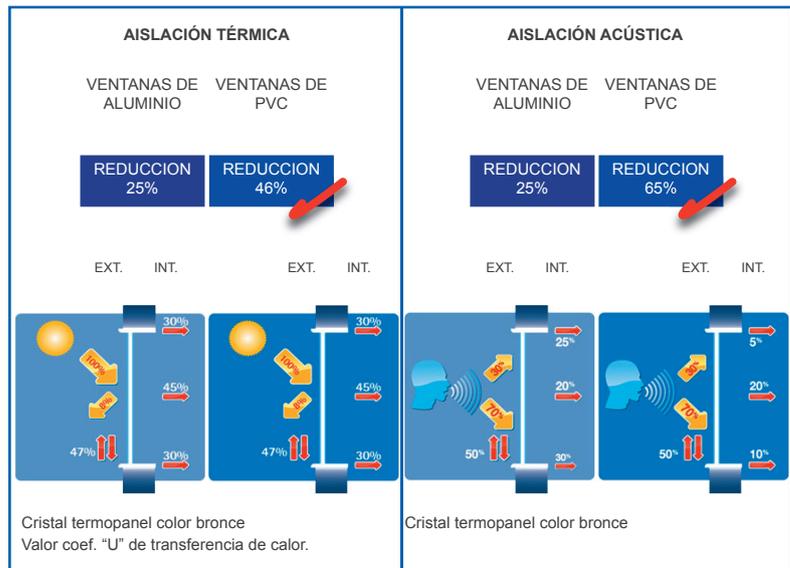
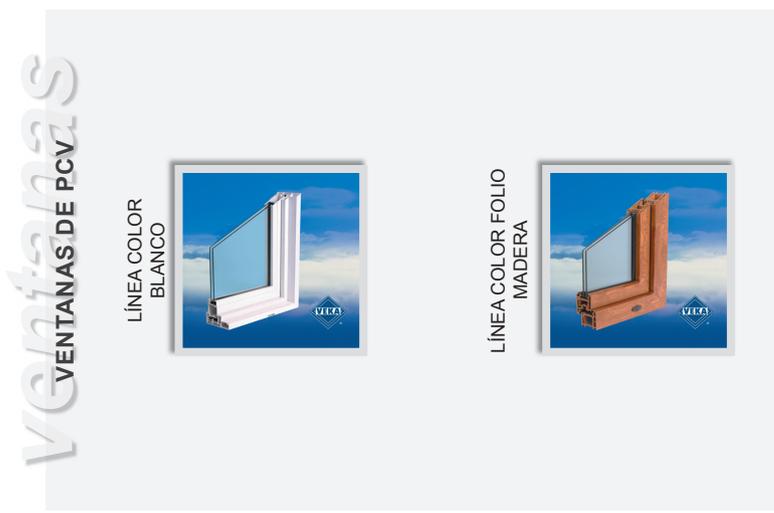
1.1 Definición

VEKA es una empresa alemana, con más de 40 años de operaciones a nivel mundial y con presencia en más de 25 países. Desarrolla, produce y comercializa sistemas de perfiles para puertas y ventanas de PVC, a través de su red nacional de Fabricantes Autorizados.

1.2 Usos principales

Los productos Veka abarcan todos los segmentos socioeconómicos, apoyados por sus líneas de color blanco y folio madera. Incluyen un completo portafolio que van desde líneas económicas para viviendas sociales, otras intermedias, así como complejas soluciones para estratos más altos.

1.3 Imágenes



2.1 Modelos o Tipos

APERTURAS	LÍNEAS									
	S 37	S 21	S 25	CA 10	PD 10	TT 01	SD 01	SOFTLINE 58	EUROLINE	EKOSOL
Guillotina		●	●							
Proyectante				●		●				
Bow window	●	●	●					●		
Corredera antepecho	●	●	●		●		●	●	●	●
Corredera piso a cielo					●		●			●
Abatir interior						●			●	●
Oscilobatiente						●			●	
Abatir exterior						●		●		
Pta. Abatir interior						●		●		
Pta. Abatir exterior						●		●		
Pta. Oscilobatiente						●		●		

2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PERFIL DE PVC VEKA		
Densidad	DIN 53.479	1.41 gr. / cm ³
Modulo de elasticidad (tracción)	DIN 53.457	2730 N / mm ²
Modulo de elasticidad (flexión)	DIN 53.457	2750 N / mm ²
Resistencia a la tracción	DIN 53.455	48 N / mm ²
Resistencia a la flexión	DIN 53.454	68 N / mm ²
Tensión limite en la flexión	DIN 53.452	80 N / mm ²
Alargamiento a la rotura	DIN 53.455	70 %
Dureza a la presión de la bola 10"	DIN 53.456	102 N / mm ²
Dureza a la presión de la bola 60"	DIN 53.456	96 N / mm ²
Deformación al impacto + 23°C	DIN 53.453	25 KJ/ m ²
Resistencia al Impacto + 20°C	DIN 53.453	Sin rotura
Resistencia al Impacto - 40°C	DIN 53.453	Sin rotura
Dureza	DIN 53.505	80 Shore
Absorción de Agua (100°C/24h)	DIN 53.471	0.80%

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DEL PERFIL DE PVC VEKA		
Temperatura reblandecimiento VICAT (5kp/aceite)	DIN 53.460/B	82.5 °C
Coefficiente de dilatación lineal (-30°C/+50°C)	Dilatómetro	80 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Coef. medio de dilatación lineal (-30°C/+50°C)	Dilatómetro	24 x 10 ⁻⁵ K ⁻¹
Conductividad Térmica a 20°C	DIN 52.613	0.18 W/Km
Calor Especifico a 20°C		0.753 KJ/KgK
Comportamiento al Fuego	UNE 27.721	M1

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

LOS PERFILES VEKA, CUMPLEN CON LOS REQUERIMIENTOS DE:

- La Calidad de los perfiles Veka se verifica constantemente en la producción en cuanto al acabado de las superficies, dimensiones, forma y homogeneidad del color, garantizado un perfil perfecto de calidad constante.
- El Perfil de PVC-VEKA tiene:
 - Alta estabilidad a los agentes atmosféricos.
 - Resistencia a la polución, lluvia ácida, termitas, cal, ácidos y aceites, mortero de cemento, agua de mar, humus.
 - Alta resistencia al envejecimiento y putrefacción.
 - Material limpio, inocuo, agradable al tacto, calido y sobre todo inalterable
 - Fácil de Limpiar, no precisa mantenimiento alguno.

VOLCAN FICHA TECNICA

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS
DE REVESTIMIENTO EXTERIOR

DURAFRONT® FIBROPOL® FIBROLAN®
www.volcan.cl

nombre tipo de producto
Soluciones Constructivas de
Revestimiento Exterior

**nombre del producto de la
empresa**
Durafront® Fibropol®
Fibrolan®

empresa
Cia. Industrial el Volcán S.A.

web
www.volcan.cl

teléfono
56 - 2 - 483 0500

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

Durafront® Revestimiento de Fachadas

Durafront® es una solución constructiva para revestimiento de fachadas con una alta calidad de terminación. Esta conformada por un panel de Fibrocemento calibrado, fabricado en base a un compuesto de fibrocemento, fibras de celulosa y aditivos.

Su superficie presenta una aplicación de pintura con color de alta resistencia que le otorga una terminación lisa y durable. Es un producto ideal para fachadas modulares ventiladas, logrando así importantes beneficios térmicos y estéticos, además de protección contra agresiones del medio ambiente.

Fibropol® Revestimiento Exterior

Fibropol® es una solución constructiva compuesta por una plancha de fibrocemento **Duraboard®** más una plancha de poliestireno expandido adherida en una de sus caras. El poliestireno expandido es pegado a la plancha fibrocemento **Duraboard®** con un adhesivo especialmente formulado, lográndose un producto terminado que ofrece excelentes características térmicas. Este producto es adherido al muro mediante adhesivos en base acrílicos.

Fibrolan® Revestimiento Exterior

Solución Constructiva **Fibrolan®** constituida por una estructura de montantes de acero galvanizado o pies derechos de madera con aislamiento en su interior, tales como lana mineral **Aislan®** o lana de vidrio **Aislanglass®**, posteriormente incorporación de barrera de humedad **FieltroVolcán®** y revestido con placas de fibrocemento como: **Duraboard®, PanelVolcán®, StucoVolcán®, SidingVolcán®** o **TejuelaVolcán®**. Su buen nivel de terminación, buena resistencia termo-acústica, resistencia al fuego y facilidad de montaje, hacen de este revestimiento exterior una solución conveniente en proyectos de viviendas ya construidas que deseen mejorar el confort habitacional y ahorro de energía.

1.2 Usos principales

Durafront® Revestimiento de Fachadas

- Revestimiento de muros de Albañilería, Hormigón armado o estructuras metálicas.
- Solución Integral de Fachada Ventilada, incorporando elementos que aumentan el aporte térmico y de estanquidad a la edificación.
- Aplicaciones posibles: edificación comercial, Industrial e institucional, así como también en remodelaciones y viviendas.



VOLCAN®
Compañía Industrial El Volcán S.A.

DURAFRONT®
REVESTIMIENTO DE FACHADA



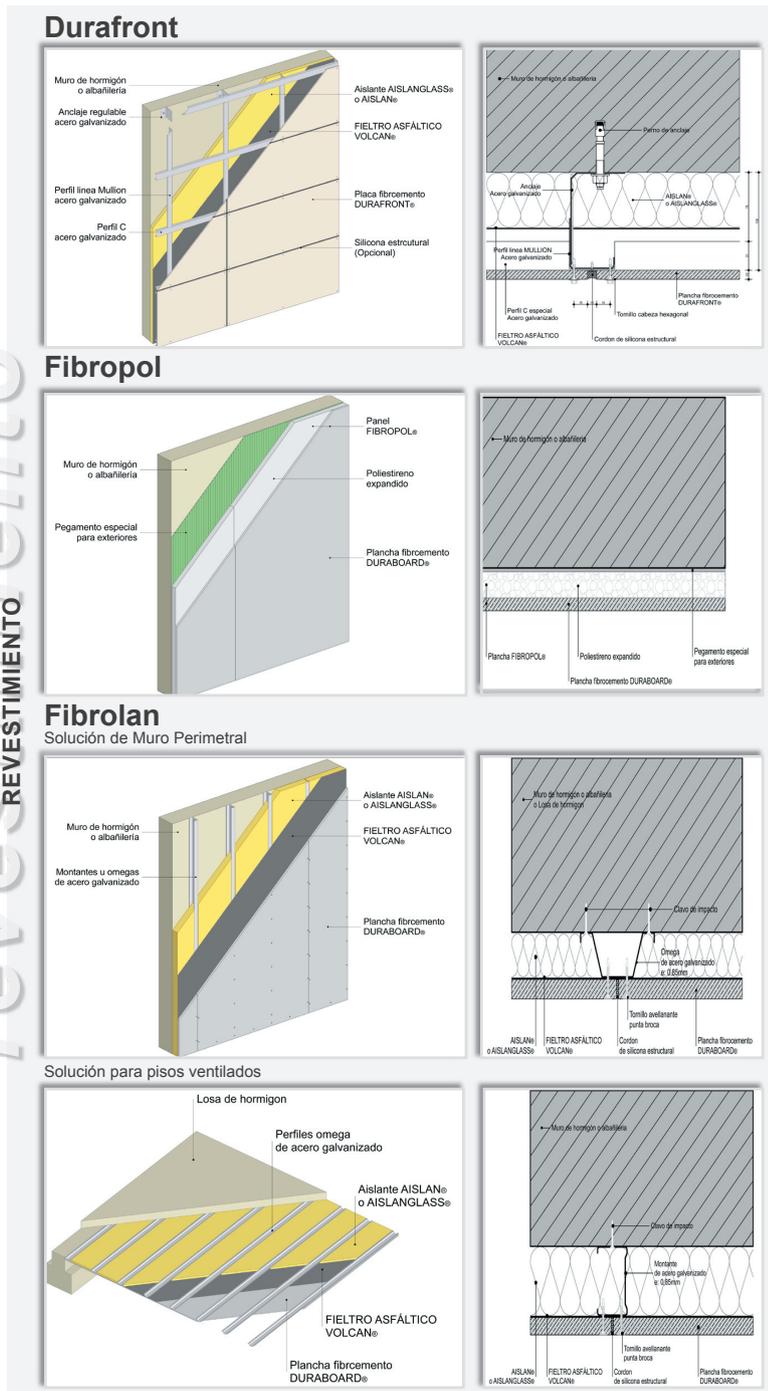
Fibropol® Revestimiento Exterior

Fibropol® se utiliza como revestimiento exterior de muros perimetrales de hormigón, albañilería u otros, con el objetivo de mejorarlos térmicamente. Se puede utilizar tanto en viviendas nuevas como en remodelaciones y ampliaciones.

Fibrolan® Revestimiento Exterior

Fibrolan® se utiliza como revestimiento exterior de muros perimetrales y pisos ventilados de hormigón, albañilería u otros, con el objetivo de mejorarlos térmicamente. Se puede utilizar tanto en viviendas nuevas como en remodelaciones y ampliaciones.

1.3 Imágenes



2.1 Normas y estándares de Calidad que satisface

LOS REVESTIMIENTOS VOLCAN, CUMPLEN CON LAS CERTIFICACIONES:

- Durafront®:
 - Norma Chilena NCh 853 Of. 91, "Planchas planas de Fibrocemento".
 - NCh 186/1 Of. 2006 Resistencia a la Abrasión Taber, según Norma ASTM DD3389.
 - Adherencia, según Norma ASTM D-3359 e ISO 2409.
 - Envejecimiento, según Norma ASTM G153.
 - Resistencia a los rayos UV, según Norma ASTM G-26.
 - Estanquidad, según NCh 2821 y NCh 2814.
- Fibropol® :
 - Norma Chilena NCh 853 Of. 91, "Planchas planas de Fibrocemento", NCh 186/1 Of. 2006.
- Fibrolan®:
 - Norma Chilena NCh 853 Of. 91, "Planchas planas de Fibrocemento", NCh 186/1 Of. 2006.

INFORMACIÓN TÉCNICA

REVESTIMIENTO

LANA DE VIDRIO
AISLANGLASS®
 AISLANTE TÉRMICO Y ABSORBENTE ACÚSTICO

LANA MINERAL
AISLAN®
 AISLANTE TÉRMICO Y ABSORBENTE ACÚSTICO

X E L L A

FICHA TECNICA

BLOQUE ESTRUCTURAL DE
HORMIGÓN CELULAR PARA
ALBAÑILERÍA CONFINADA
Y ARMADA

TERMO BLOCK - HEBEL
www.xella.cl

nombre tipo de producto
Bloque Estructural de Hormigón
Celular para Albañilería
Confinada y Armada

**nombre del producto de la
empresa**
Termo Block - Hebel

empresa
Xella Chile S.A.

web
www.xella.cl

teléfono
56 - 2 - 796 7400
56 - 2 - 796 7439

DESCRIPCIÓN

1.1 Definición

El sistema constructivo Hebel a través de sus albañilerías en base a bloques de hormigón celular Termo block, permiten obtener en un solo material sin aislantes complementarios muros estructurales y aislantes a la vez.

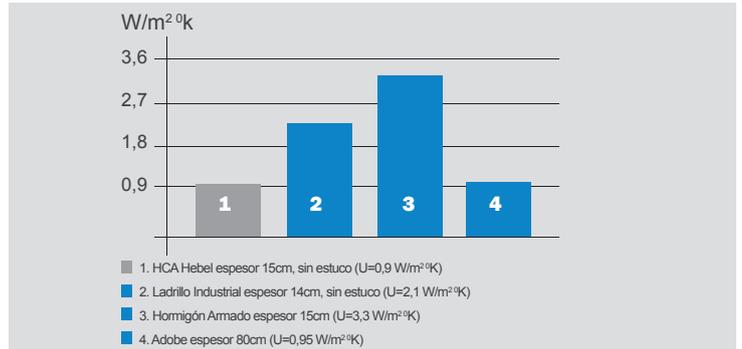
Los bloques Termo Block permiten levantar muros sólidos estructurales, tanto exteriores como interiores, construir casas, ampliaciones, tabiquerías para casas y edificaciones industriales, muros corta fuego, muebles en obra con faenas simples, limpias, tradicionales y con la mejor resistencia al fuego.

El aire en reposo, aprisionado en miles de células independientes unas de otras impidiendo que circulen libremente, es el mejor aislante térmico. Esta, es la estructura molecular característica del bloque Termo block de Hebel, proporcionando las mejores propiedades de aislación térmica para los muros de una edificación.

Esta cualidad única hace totalmente innecesario cualquier gasto en materiales aislantes adicionales lo que permite obtener una disminución de costos en calefacción durante el invierno manteniendo un ambiente fresco y sano en verano.

Por su doble condición de material aislante y muro estructural, Termo Block supera con holgura la reglamentación térmica vigente en las siete zonas definidas por la OGUC.

Gráfico comparativo de transmitancia térmica U (W/m² °K).



Estos bloques son la base de un sistema constructivo integral, bajo la marca alemana Hebel con más de 76 años de experiencia en la producción de hormigón celular en el mundo, compuesto por adhesivos, estucos, morteros y herramientas que permiten en conjunto obtener los resultados y beneficios del sistema.

1.2 Proceso Productivo

Producido exclusivamente a partir de materias primas naturales, se compone de agua, arena de sílice, cemento, yeso, cal. Se obtiene a través de la mezcla dosificada de estos elementos más un agente expansor en base a polvo de aluminio, el que reacciona creando millones de microsferas de aire distribuidas en la mezcla, lo que determina su estructura molecular y le confiere sus mundialmente reconocidas características de excelente aislante térmico.

Finalmente se somete a un curado a alta presión en autoclave de vapor de agua, que le confieren propiedades termomecánicas sobresalientes.



1.3 Usos Principales

- Bloques de hormigón celular para muros estructurales sin aislantes adicionales de albañilería confinada.
- Bloques de hormigón celular para muros estructurales sin aislantes adicionales de albañilería armada.

Con Termo Block se obtienen edificaciones de albañilería de bloques de hormigón celular, macizas, con un sistema constructivo tradicional.

1.4 Imágenes



INFORMACIÓN TÉCNICA

2.1 Formatos

- Bloque perforado para albañilería armada.



- Bloque para albañilería confinada.



2.2 Características cuantitativas y/o cualitativas

DIMENSIONES Y PESO DE BLOQUES TERMO BLOCK HEBEL					
Bloque	Largo	Alto	Espesor	Peso Unitario	Cada bloque equivale a
62,5x20x15	62,5cms	20cms	15,00 Cms.	12,50 Kg	0,125 m ²
62,5x20x17,5	62,5cms	20cms	17,50 Cms	15,00 Kg	0,125 m ²
62,5x20x20	62,5cms	20cms	20,00 Cms.	17,00 Kg	0,125 m ²

PROPIEDADES		
Bloque	Transmitancia térmica	Resistencia al fuego
62,5x20x15	0,90 U (W/m ² °K)	F 180
62,5x20x17,5	0,79 U (W/m ² °K)	F 180
62,5x20x20	0,70 U (W/m ² °K)	F 180

PALLETES		
Bloque	Bloques por pallet	Cada pallet equivale a
62,5x20x15	108	13,50 m ² (aprox.)
62,5x20x17,5	96	12,00 m ² (aprox.)
62,5x20x20	84	10,50 m ² (aprox.)

2.3 Normas y estándares de Calidad que satisface

XELLA CHILE, CUMPLE CON LAS CERTIFICACIONES:

Xella Chile S.A. cuenta con una amplia gama de certificaciones y estudios tanto nacionales como internacionales que avalan nuestro sistema constructivo.

- NCh 2432 Of.99: Tipifica los bloques de Hormigón Curado en Autoclave (HCA) en cuanto a dimensiones, densidad, resistencia, etc. El cálculo estructural se hace según albañilería tradicional.
- Reglamentación Térmica, OGUC, artículo 4.1.10 no solo cumple con la normativa vigente sino que la supera con holgura.
- Certificación MINVU: el 5 de Abril del 2002 se aprobó utilizar nuestro sistema constructivo en viviendas hasta dos pisos aisladas o pareadas en albañilería armada o confinada.

Xella Chile S.A. cuenta con el respaldo y experiencia de su casa matriz en Alemania para la producción, comercialización, desarrollo tecnológico de sus productos y servicios lo que permite un mejoramiento continuo en sus procesos, actividades industriales y comerciales.

Xella Chile S.A. cuenta con experiencia en la producción, comercialización y construcción con Hormigón celular de las marcas Hebel e Ytong por más de 76 años en el mundo

Esto hace posible que los clientes de Xella, a través de su filial en Chile, Xella Chile S.A., puedan depositar su confianza en una empresa sólida, de reconocimiento mundial en la industria del Hormigón Celular curado en Autoclave, bajo su sistema constructivo Hebel.



CDL[®]

