



 **fcfm**
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICO-MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

 **ldiem**
energía
Universidad de Chile

DIPLOMA DE POSTÍTULO
DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA

CLASE 2: EVALUACIÓN APLICADA

Eduardo Sanhueza Ruiz
Mail: eduardo.sanhueza@ldiem.cl

 **fcfm**
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICO-MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

 **ldiem**
energía
Universidad de Chile

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

DIPLOMA DE POSTÍTULO

AGENDA

Evaluación: Envolverte

Evaluación: Iluminación

Evaluación: Climatización

Evaluación: Energías Renovables

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

ENVOLVENTE

¿Qué entendemos por envoltura térmica?

Outer surface: 100mm Asphalt
 200mm DIB, 22 mm
 50.00mm PUR Polyurethane Board (Dibson 1000)
 50.00mm Air gap >25mm
 Inner surface: 100mm Plywood

Inner surface: 100mm
 20.00mm Cast Concrete Slab
 Outer surface: 100mm

Outer surface: 100mm
 200.00mm Concrete, High density
 Inner surface: 100mm

La envoltura de un edificio queda constituida por todos los elementos constructivos que **separan el ambiente interior controlado, del ambiente exterior no controlado**. Típicamente incluye pisos en contacto con el terreno, muros, puertas y ventanas, techos.

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

ENVOLVENTE

Mejorando características como la aislación térmica, tipología y cantidad de superficies vidriadas, es **posible reducir de manera significativa** el consumo energético de los sistemas de climatización en un edificio.

Cold air: -15 °C
 Warm air: +35 °C
 Inside: 21 °C
 Heat loss through roof, walls, and floor is shown with red arrows. Heat gain through windows is shown with blue arrows.

Un buen diseño de la envoltura térmica permite controlar de manera efectiva la **temperatura, humedad y velocidad del aire** en el interior del edificio, entregando confort térmico a los ocupantes.

De manera adicional la envoltura debe prevenir confort lumínico y acústico a los residentes.

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

ENVOLVENTE

Otros aspectos a considerar

Adicional a las características térmicas de la envolvente, *un diseño eficiente no debe descuidar* aspectos como:

- Acústica
- Resistencia al fuego
- Estabilidad estructural
- Durabilidad
- Estética

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Se tiene una vivienda ubicada en la ciudad de Santiago, cuya arquitectura esta dada por el siguiente diseño:

Actualmente la vivienda cuenta con una solución de muros exteriores conformada por albañilería y revestimiento de granito.

Muros exteriores
 $U=1,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Cubierta exterior de granito 10 mm.
 Ladrillo Princesa Extra Titán 140 mm.
 Cubierta interior de granito 10 mm.


DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Para mejorar la condición de confort actual, y reducir el consumo energético de calefacción, se propone evaluar una solución de aislación exterior (Sistema EIFS) de 50mm de poliestireno expandido.



Muros exteriores (EIFS)
 $U=0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

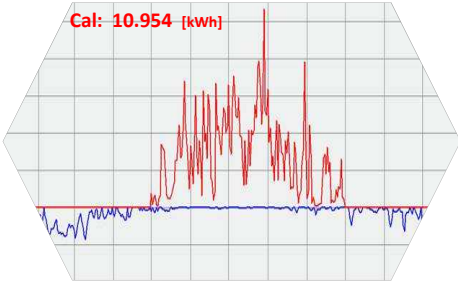
Cubierta exterior de granito 10 mm.
 Poliestireno expandido 50mm.
 Albañilería 14 mm.
 Cubierta interior de granito 10 mm.

Se solicita calcular el PRI (periodo de retorno de la inversión) para la situación planteada, evaluando el ahorro producido en calefacción.


DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

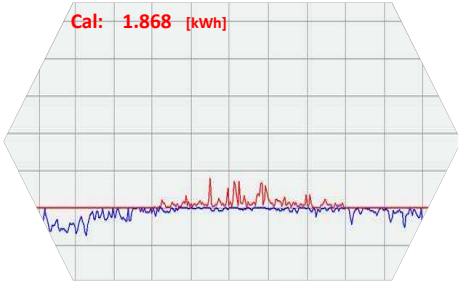
EJEMPLO DE APLICACIÓN

Datos: Demanda de Calefacción



Cal: 10.954 [kwh]

Muros exteriores
 $U=1,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



Cal: 1.868 [kwh]

Muros exteriores (EIFS)
 $U=0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

— Demanda Calefacción
— Demanda Refrigeración



fcfm

UNIVERSIDAD DE LIMA

ldiem

energía

**DIPLOMADO EN ARQUITECTURA
EFICIENTE**



EJEMPLO DE APLICACIÓN

Datos:

Sistema de calefacción: Estufa Gas Licuado (Balón)
COP = 0,85

Precio del Combustible: 54 (\$/kWh)

Superficie de Muro: 130 (m2)

Costo Sistema EIFS: 13.650 (\$/m2)

Tasa de descuento: 10%



fcfm

UNIVERSIDAD DE LIMA

ldiem

energía

**DIPLOMADO EN ARQUITECTURA
EFICIENTE**



EJEMPLO DE APLICACIÓN

SOLUCIÓN:



DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

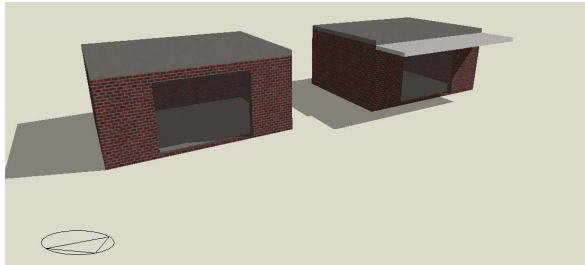
DIPLOMA DE POSTÍTULO



EJEMPLO DE APLICACIÓN

DISEÑO PASIVO ... ALEROS

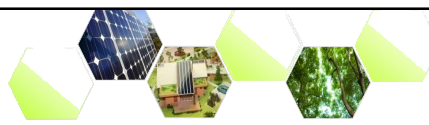
Se consideran 2 modelos iguales, uno con alero y el otro sin alero. Superficie vidriada al Norte...





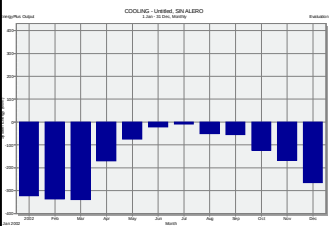
DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

DIPLOMA DE POSTÍTULO



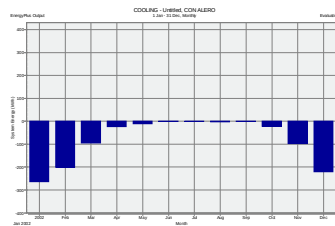
EJEMPLO DE APLICACIÓN

Se evalúa la demanda de REFRIGERACIÓN



Sin Alero

MES	REFRIGERACIÓN SIN ALERO kWh	REFRIGERACIÓN CON ALERO kWh
ENE	-323,0601	-263,7384
FEB	-336,5343	-201,3294
MAR	-340,7881	-94,25818
ABR	-170,0911	-24,03689
MAY	-75,39342	-11,24089
JUN	-22,24526	-1,114608
JUL	-10,36351	-0,235274
AGO	-51,73111	-2,399917
SEP	-55,75657	-2,309687
OCT	-124,089	-23,11996
NOV	-167,7103	-97,59817
DIC	-265,1769	-221,038
AÑO	-1942,9	-942,4



Con Alero

MEJORA

-51%



DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

ENVOLVENTE

SUPERFICIES VIDRIADAS

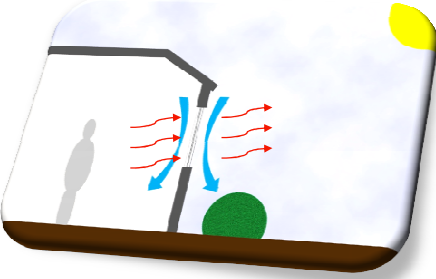
Eficiencia energética Y calidad del ambiente interior

- Tendencia a reducir los Gastos Operativos
- Aprovechar la iluminación natural
- Controlar la energía solar incidente
- Aislar térmicamente
- Mantener las prestaciones en el tiempo
- Sensación térmica estable y homogénea
- Buena iluminación natural
- Control del encandilamiento
- Estética interior
- Bajo nivel de ruido

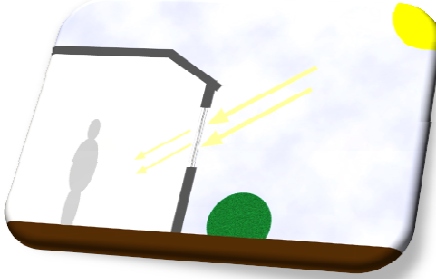
Solar Radiation
 Convection
 Conduction
 Thermal Radiation
 Air Infiltration


DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

ENVOLVENTE
SUPERFICIES VIDRIADAS



En climas con un temporadas en que la calefacción se utiliza de manera significativa, las ventanas representan una fuente importante de pérdida de calor, de malestar, y de problemas condensación.



En los climas que requieren principalmente de enfriamiento, las ventanas representan una fuente importante de aumento de calor.


DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

ENVOLVENTE
SUPERFICIES VIDRIADAS

El cristal debería tener preferentemente las características siguientes :

Baja entrada de calor

- El Factor Solar (o Coeficiente de Sombra) permite saber qué porcentaje de la Energía exterior incidente entrará al interior del espacio.
- El oriente y el poniente son las ubicaciones mas expuestas por el ángulo del sol sobre la fachada vertical.
- El norte y el sur reciben la Energía solar de forma indirecta (calor ambiental), particularmente en verano.

Alta transmisión de luz

- La Transmisión de Luz permite saber qué porcentaje de la luz exterior entrará al interior del espacio.
- El oriente y el poniente son las ubicaciones mas expuestas por el ángulo del sol sobre la fachada.
- El norte y el sur reciben la luz solar de forma indirecta (luminosidad ambiental).

Buen aislamiento térmico

- El Valor-U (expresado en $W/m^2.K$) permite saber qué cantidad de Energía se intercambiará entre el interior y el exterior del espacio.

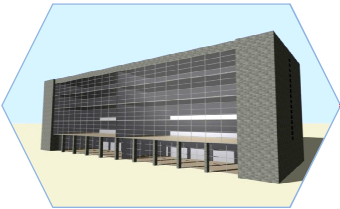

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

ENVOLVENTE
SUPERFICIES VIDRIADAS

Tipo Ventana	U - Factor	T _{vis}	SHGC
Monolítico	5,8	0,88	0,82
DVH claro	3,1	0,78	0,71
DVH tinteado (green)	3,1	0,51	0,66
DVH baja emisividad	1,7	0,74	0,57
DVH reflectivo	2,6	0,38	0,41
TVH claro	1,9	0,69	0,60


DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE
 DIPLOMA DE POSTÍTULO

EJEMPLO DE APLICACIÓN

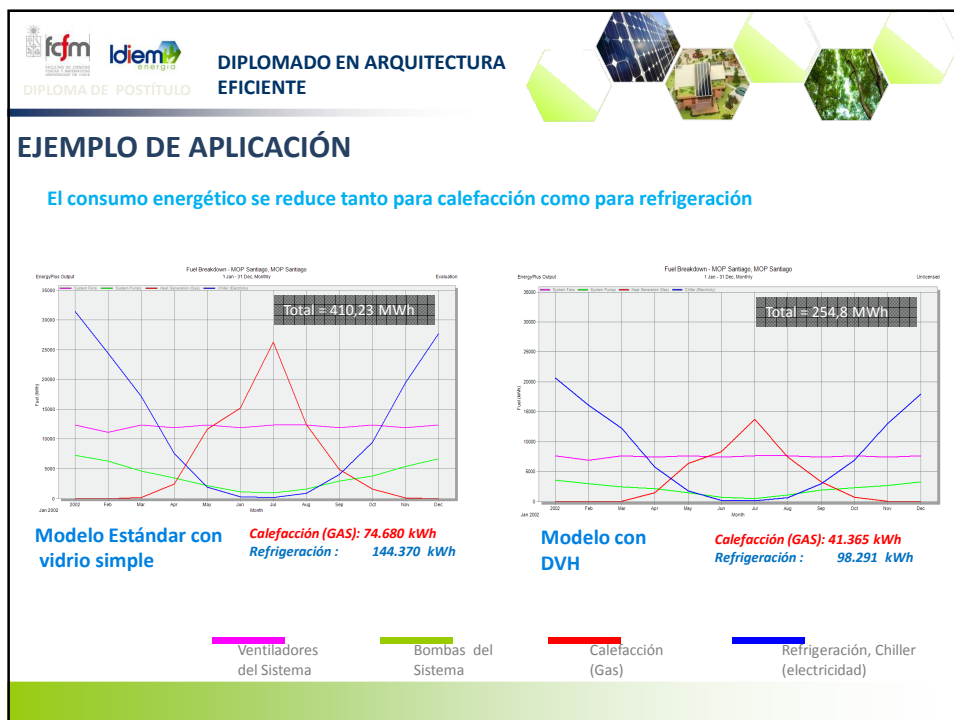




Modelo Estándar con vidrio simple
 Total Solar Transmission (SHGC) = 0,73
 Light Transmission = 0,84
 U-Value (W/m2K) = 5,55



Modelo con DVH EFICIENTE
 Total Solar Transmission (SHGC) = 0,33
 Light Transmission = 0,57
 U-Value (W/m2K) = 1,75





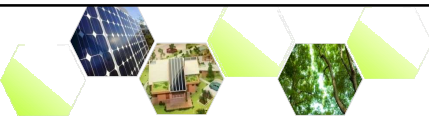
fcfm

loiem

INstituto de Energía y Medio Ambiente

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

DIPLOMA DE POSTÍTULO



EJEMPLO DE APLICACIÓN

Datos:

Sistema de climatización: Fan Coil 4-pipe
Refrigeración: Chiller enfriado por agua (COP 3,0)
Calefacción: Caldera gas natural (COP 0,8)

Precio del Combustible: Gas Natural 50 (\$/kWh)
 Electricidad 100 (\$/kWh)

Superficie de Vidrio: 1850 (m2)

Costo vidrio simple: 42.000 (\$/m2)
Costo DVH: 125.000 (\$/m2)

Tasa de descuento: 10%



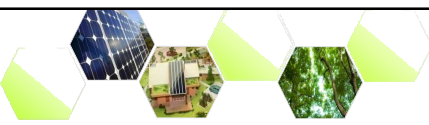
fcfm

loiem

INstituto de Energía y Medio Ambiente

DIPLOMADO EN ARQUITECTURA EFICIENTE

DIPLOMA DE POSTÍTULO



EJEMPLO DE APLICACIÓN

Consumo anual climatización [kWh]			
Equipo	fuente energía	Vidrio simple	DVH
Ventiladores	electricidad	144956,6	90119,8
Bombas	electricidad	46215,9	25035,4
Calefacción	gas natural	74680,7	41365,4
Refrigeración	electricidad	144370,0	98291,9
TOTAL		410223,2	254812,4

Precio de combustibles		
Electricidad	100	[\$/kWh]
Gas natural	50	[\$/kWh]

COSTO Anual energía	
Vidrio Simple	DVH
\$ 37.288.285	\$ 23.412.971

DIFERENCIA ANUAL	\$ 13.875.314
------------------	---------------

Superficie vidrio		
1700	m2	

Costo unitario sistema		
Vidrio simple	42.000	\$/m2
DVH	123.600	\$/m2

COSTO inversión	
Vidrio Simple	DVH
\$ 71.400.000	\$ 210.120.000

