

ARQUIT  
T 853c  
1991  
c1

TEMA DE ARQUITECTURA

CRITERIOS PARA UNA

ARQUITECTURA SOCIAL BIOCLIMATIZADA

Alumno:

JAVIER TRONCOSO ARENAS

Profesor Guía:

LUIS BRAVO HEITMANN

1 9 9 1

ARQUITECTURA  
T 853c  
1991  
c1

## TEMA DE ARQUITECTURA

### CRITERIOS PARA UNA ARQUITECTURA SOCIAL BIOCLIMATIZADA

	<u>Pág</u>	
I	INTRODUCCION	3
II	LA ARQUITECTURA BIOCLIMATICA	5
II.1	EL BIENESTAR HUMANO	
II.2	¿QUÉ ES LA ARQUITECTURA BIOCLIMATICA?	10
II.3	USO DE LA ENERGIA SOLAR	
	a.- Sistemas pasivos de energía solar	11
	b.- Sistemas activos de energía solar	13
III	LA VIVIENDA SOCIAL EN LA QUINTA REGION	15
III.1	PRESENTACION DE LOS CASOS ANALIZADOS	17
III.2	ANALISIS TERMICO. EL COEFICIENTE G	18
III.2.1	CASO I	19
III.2.2	CASO II	23
III.3	BALANCE TERMICO DE UNA VIVIENDA, <del>LOS EFECTOS DE LA HUMEDAD</del>	25
	<del>LOS EFECTOS DE LA HUMEDAD</del>	28
III.4	COSTOS DE LA SOLUCION BIOCLIMATICA	31
IV	MEJORAMIENTO DE COEFICIENTE G	
IV.1	CASO I	33
IV.2	CASO II	35
V.	CRITERIOS BIOCLIMATICOS PARA LA VIVIENDA SOCIAL	37
V.1.	LA VIVIENDA EN DIRECTA RELACION A SU LUGAR Y CLIMA	
	A.- Orientación Solar.	37
	B.- Orientación Geográfica	39
	C.- Forma: Relación superficie/volumen	46
V.2.	LA ENVOLVENTE TERMICA	
	A.- Materialidad y Costo	48
	B.- La Condensación.	48
	C.- La Inercia Térmica	50
	D.- Las Superficies Acristaladas	52
	E.- Construcción	53

V.3.	DISEÑO BIOCLIMATICO	
	TIPOLOGIAS DE USO DE LA ENERGIA SOLAR PASIVA	
	A.- Vaños y Aleros	55
	B.- Muros Acumuladores y muro trombe	58
	C.- Invernaderos	61
	b.- Espacios intermedios	63
	E.- El color	64
VI	EVALUACION DE LA INVESTIGACION	68
vii	ANEXOS	
	- Planos de viviendas analizadas	
VIII	BIBLIOGRAFIA	69

## I. INTRODUCCION

La vivienda social en nuestro país atraviesa por una crisis que se refleja tanto en la cantidad de casas construidas como en la calidad de su construcción, de los materiales empleados y de la calidad térmica que ellas entregan.

Las políticas gubernamentales han tratado frente a esta realidad de disminuir el déficit habitacional aprobando proyectos con las mismas respuestas tipológicas a lo largo de nuestro país.

Esto significa que el SERVIU aprueba proyectos que proponen la misma solución de vivienda social para una población en Santiago o para otra en San Antonio, en Valparaíso o en San Felipe, soluciones que sólo difieren en pequeños detalles que dependen de las empresas que licitan las propuestas.

Esta situación de indiferencia en el criterio que normaliza la vivienda social, al parecer no considera los diferentes tipos de clima en cada región, ni menos se consideran las exigencias particulares que cada paraje impone, no se considera la cultura del grupo para el cual se le construye su vivienda, ni los aportes de la arquitectura vernácula, otorgando la misma respuesta para los aymarás y los mapuches, para los pescadores de San Antonio o para los agricultores de Panquehue.

Es necesario entonces una respuesta arquitectónica que se comprometa con soluciones dignas y eficaces para los habitantes de la vivienda social en Chile.

En el trabajo que se desarrolla en este Tema de Arquitectura, será un análisis de la calidad del bienestar

térmico que entregan las viviendas sociales en nuestra  
Quinta Región para luego proponer el mejoramiento de -  
este bienestar. Además se entregarán los criterios pa  
ra lograr una concepción bioclimática tanto en el pla  
neamiento urbano como en las solución de la vivienda.

## II LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

### I.1. EL BIENESTAR HUMANO

El organismo está capacitado para reaccionar ante los cambios de clima y adaptarse parcialmente a éste. Estas reacciones le cuestan un gasto de energía metabólica, la cual le es necesaria para poder desarrollar sus actividades.

Para generar ahorro energético al metabolismo es que el hombre busca abrigo, construye una casa, siendo ésta un instrumento básico de termorregulación artificial.

Para conocer los factores que determinan el bienestar es necesario saber cómo el cuerpo humano produce calor y como intercambia este calor con el exterior.

El flujo de energía es lo que se conoce como METABOLISMO ENERGETICO, éste variará según el esfuerzo físico de la persona y pueden determinarse tres tipos:

#### -METABOLISMO BASE

Es la energía necesaria para el mantenimiento de la vida vegetativa y corresponde aproximadamente a un gasto de energía de 70 Kcal/h para un hombre de estatura media.

#### -METABOLISMO DE REPOSO

Es el mínimo, teniendo en cuenta que las condiciones del metabolismo base son experimentales y nunca sumadas correspondiendo a un gasto de 90 Kcal/h.

### -METABOLISMO DE TRABAJO

Además de las funciones del metabolismo base, corresponde los gastos energéticos motrices, dependiendo su nivel del tipo de actividad que realice siendo de 90 Kcal/h para un trabajador de oficina sentado, hasta 700 Kcal/h para un esfuerzo físico intenso.

El organismo puede regular su temperatura reaccionando ante las condiciones que le impone el medio ambiente.

Así, para evitar el calentamiento (o el enfriamiento), el organismo está capacitado para evacuar el calor debido al funcionamiento metabólico (o al contrario, de producir calor) hacia el medio exterior. Las formas en que este calor es transmitido son idénticas a las de los materiales, siendo éstas:

### -CONVECCION

Es la transmisión de calor desde la piel hasta el medio ambiente o a la inversa. el flujo de calor es proporcional a un coeficiente de convección y a la diferencia de temperatura entre el aire y la piel; la rapidez de renovación del aire (viento) acelera la convección, siendo entonces convección forzada.

### -CONDUCCION

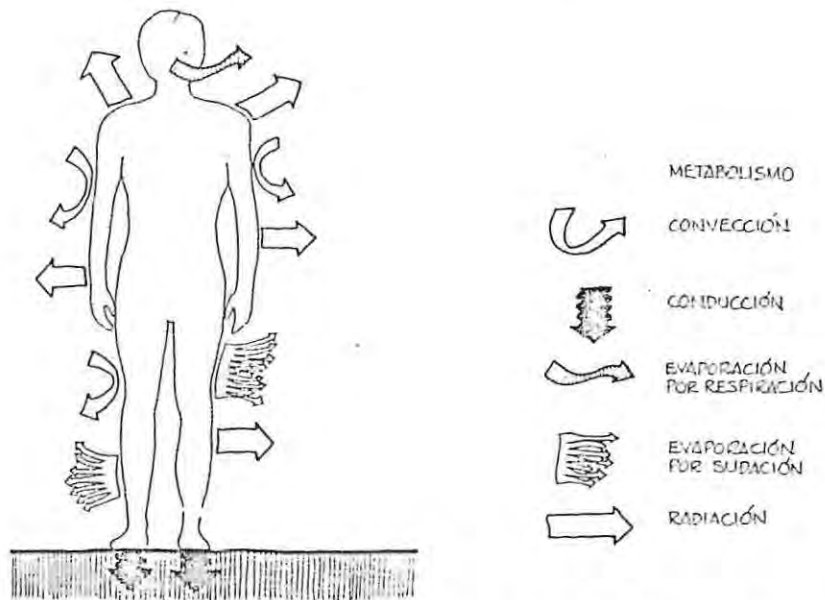
Es la transmisión de calor entre la superficie del cuerpo y los elementos de contacto. Este flujo depende del coeficiente de conductibilidad térmica de estos elementos.

### -RADIACION

Es la transmisión de calor a través del medio ambiente, principalmente por radiación en el infrarrojo. Este flujo es proporcional a la constante universal de radiación (radiación solar recibida permanentemente por el planeta, es decir 2 calorías/minuto/cm<sup>2</sup> de superficie perpendicular a la radiación), al alto poder de absorción de la piel y a la diferencia de temperatura entre la piel y las paredes radiantes.

### -EVAPORACION

Es la transmisión de calor unidireccional del organismo hacia el aire ambiente por la evaporación cutánea y respiratoria. Esta pérdida de calor del organismo depende del volumen del aire ambiente ventilado, de su temperatura y de la presión parcial del vapor de agua.

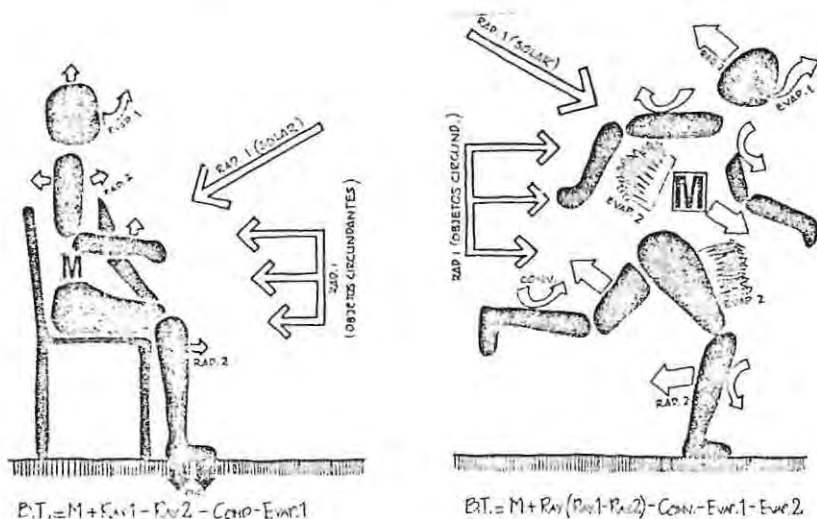


Diferentes tipos de transmisión de calor en el cuerpo humano.

Tanto la convección como la conducción y la radiación

se refieren al calor sensible, mientras que la evaporación al calor latente.

Para mantener la temperatura interna constante, el ba lance térmico que tiene en cuenta las aportaciones y las pé r d i d a s de estas cuatro formas de transmisión de ber per ma ne cer co n s t a n t e, es decir a unos 37°C.



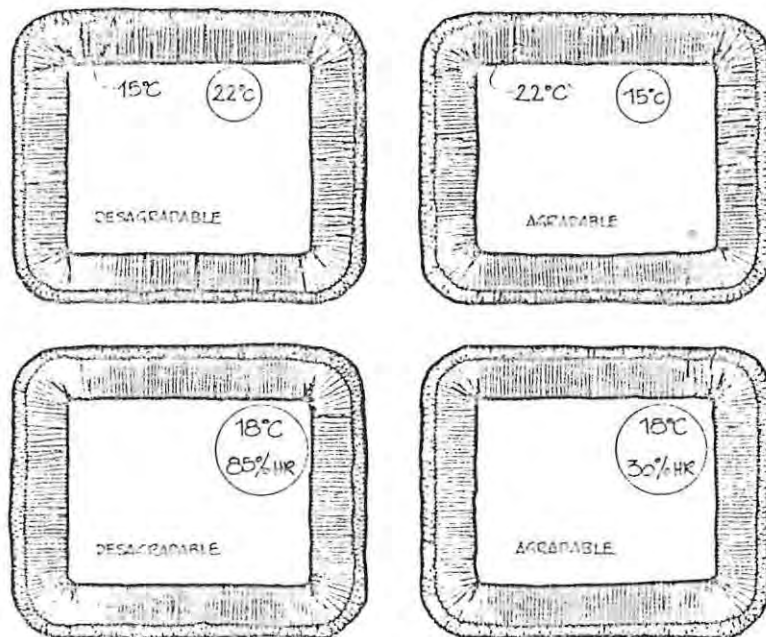
Conseguir el bienestar interior no sólo depende de la temperatura del aire, para lograrlo es necesario controlar:

- La radiación (o la falta de ella) de los materiales circundantes y principalmente de las paredes de la envoltura, es decir, también su temperatura y su capacidad calorífica;
- La temperatura del aire ambiente;
- La velocidad del aire ambiente, controlando la ventilación forzada, y
- La presión parcial de vapor de agua del aire ambiente.

Un desconocimiento de lo que es bienestar hace que algunos desaprovechen los resultados conseguidos en realizaciones bioclimáticas donde la temperatura es más baja que la de las viviendas tradicionales.

Al encontrarse en una habitación de paredes frías con temperatura caliente, el habitante sufre una sensación de incomodidad que la llevará a sobrecalentar el aire de la pieza, consumiendo una gran cantidad de energía, por lo tanto elevando el costo de mantención del confort térmico, en cambio - es posible conseguir mayor bienestar al permanecer en una habitación con temperatura fresca pero con paredes templadas.

Así es, el calor que irradian los muros tibios permite tolerar con creces temperaturas convencionalmente inadmisibles (por ejemplo 15°C.)



Temperatura interior, temperatura de los muros, humedad relativa y sensación de bienestar.

## II. 2.- ¿QUE ES LA ARQUITECTURA BIOCLIMATICA?

Consiste simplemente en la concepción de edificios - adaptados a su propio clima utilizando con acierto los recursos que la naturaleza entrega: el sol, el viento, la vegetación y la temperatura ambiental. Así es posible aprovechar los fenómenos naturales de transmisión energética para obtener ganancias o pérdidas de calor a través de la envolvente del edificio.

La concepción bioclimática permite garantizar que dichas ganancias o pérdidas de calor sean provechosas para los ocupantes del edificio, creando condiciones de confort y psicológicos y limitando el uso de sistemas de calefacción o climatización que representan un derroche energético y un costo prohibitivo para la idea de vivienda social.

La noción de bioclimatismo queda integrada en el concepto de ecodiseño, es decir, de una búsqueda fundamental hacia un urbanismo y una arquitectura que tengan en cuenta un proyecto de sociedad a largo plazo, y más especialmente, que hagan el balance del coste energético de cada operación que entre en la concepción de un espacio, con el fin de escoger en cada caso la solución (Materiales, programas, paraje, modelo bioclimático) - óptima en lo tocante a energía, a perjuicio social y sociológico, a duración y a descentralización.

La concepción bioclimática es ante todo una especie de compromisos cuyas bases son un programa de arquitectura, un paraje, una cultura, unos materiales locales, - cierta noción del bienestar y del abrigo, y cuya síntesis es la envolvente habitable.

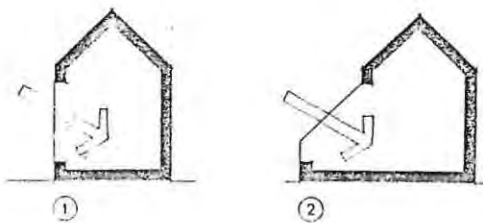
### 3.- USO DE LA ENERGIA SOLAR

#### a.- Sistemas Pasivos de energía Solar

Son aquellos que no utilizan más que soluciones arquitectónicas para lograr un bienestar térmico, intentando conseguir un balance térmico ideal entre interior y exterior.

La principal fuente de aportación solar directa que concierne a la vivienda es la conversión térmica - de la radiación, explicada por el calentamiento de un cuerpo absorbente expuesto al sol; este fenómeno se acentúa cuando existe una vidriera delante - del cuerpo absorbente, provocando así un efecto de invernadero.

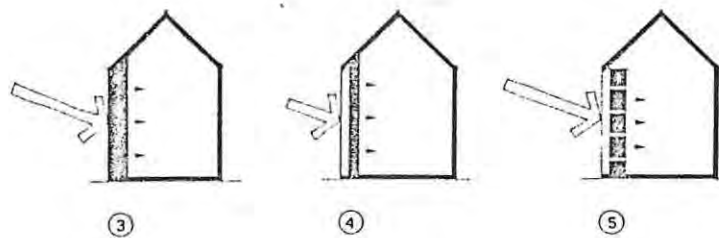
La masa de absorción y de almacenamiento puede ser directamente la envolvente habitable y la pared - translúcida puede estar constituida; por las vi - drieras luminosas; en el caso N° 1 la vivienda tan pronto está abierta como cerrada a la radiación. Y queda resumida mediante el esquema Sol/Espacio/Masa.



Si la vidriera sobresale de la fachada se convierte en un espacio-invernadero (ya sea habitado o - plantado), pero la masa continúa siendo la totalidad o una parte de la envoltura: Caso N° 2

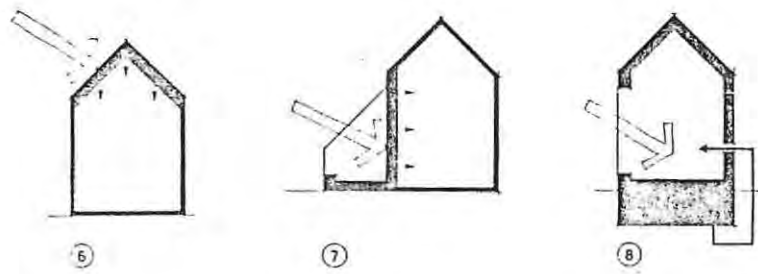
La captación la puede realizar una parte de la envoltura, la masa interior hace siempre la función de almacenamiento. Uno de los muros exteriores que mire al Norte puede estar equipado de tal forma que se caliente o enfríe a voluntad y mantenga su temperatura con el fin de restituirla hacia el interior.

Este modelo y los siguientes corresponden al esquema Sol/Masa/Espacio : Caso N° 3.



Se puede mejorar el sistema y favorecer el calentamiento si el muro es precedido por una pared translúcida que producirá un efecto de invernadero y aumentará el calor almacenado por el muro, que puede ser sólido: Caso N° 4. (hormigón, barro, ladrillos...), o bien contener un líquido: Caso N° 5.

Este principio es aplicable a otra parte de la envoltura habitable, por ejemplo el techo, que puede ser macizo (lleno de agua y recubierto de una película translúcida); el techo y la masa interior hacen la función de almacenamiento: Caso N° 6. el muro macizo puede ir precedido de un invernadero (ni habitable ni plantado) que sustituye a la pared vidriada, y la masa interior continúa haciendo la función de almacenamiento: Caso - N° 7



Cuando la envoltura no basta para hacer de almacenamiento, uno de los modelos puede completarse mediante un almacenamiento independiente colocado bajo el suelo interior y cargado mediante un simple ventilador: Caso N° 8.

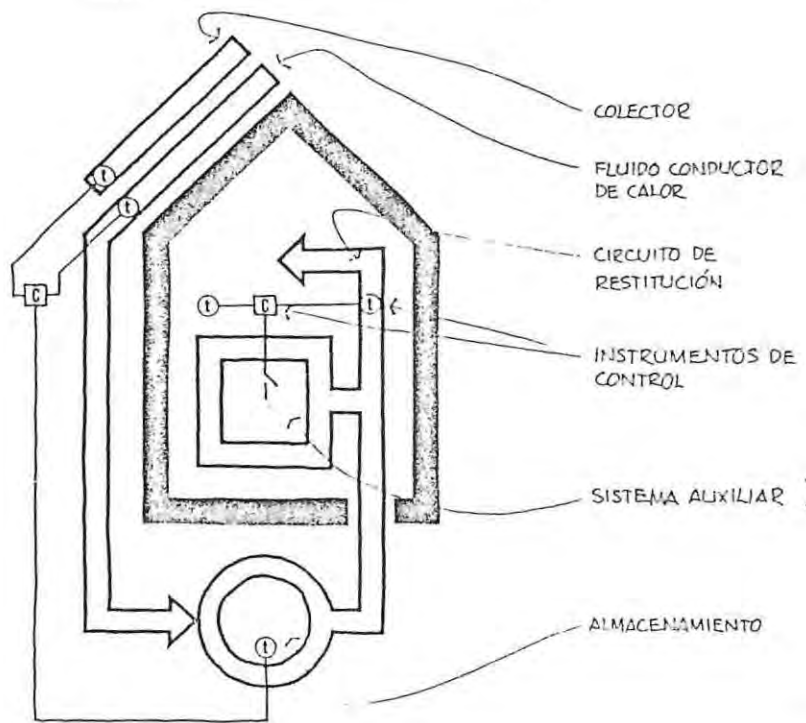
La combinación de varios sistemas permite obtener mejores resultados ya que cada modelo tiene un carácter específico con respecto a la latitud, a un clima y a una estación determinada.

## B. SISTEMAS ACTIVOS DE ENERGIA SOLAR

Son aquellos en que existen una separación entre las funciones de captación, almacenamiento y restitución y la envoltura habitable, y, por lo tanto, unos equipos distintos de estas envoltura propiamente dicha son los que desempeñan estas funciones. en este caso es necesario utilizar uno o varios flúidos conductores de calor entre el equipo de captación, el de almacenamiento y el de restitución.

Un sistema de climatización solar tecnológico se descomponen en tres partes principales: Colector, almacenamiento y restitución. y en tres elementos secundarios:

Fluido (Transporte de calor), calefacción auxiliar e instrumentos de control.



Sistema de climatización solar.

III .-

LA VIVIENDA SOCIAL EN LA V REGION

Se eligieron casas construíadas en la Quinta Re -  
gión que cumpliesen con estas condiciones:

- a.- Que sean consideradas viviendas de interés so-  
cial.
- b.- Que sean construcciones de un piso.
- c.- Que sus muros sean de albañilería de ladrillo.
- d.- Pareadas o aisladas.

- 1 El Servicio de Vivienda y Urbanismo dependiente del Estado es el encargado de aprobar los proyectos que entregan empresas constructoras.  
Estas empresas deben cumplir con exigencias de tipo económico, que afectan desde la manera de agrupar las viviendas hasta el diseño de éstas, a los materiales y a los métodos constructivos empleados.
- 2 Generalmente se lotea el terreno de la población de modo que contenga el mayor número de casas, por eso la orientación de las mismas responde a un criterio bioclimático sino más bien económico.  
El diseño de estas viviendas es el más simple, siendo la planta un rectángulo dividido si es pareo, donde se distribuyen dormitorios, baño, cocina y living comedor.
- 3 Al ser pareadas las casas tienen una mejor relación de superficie/volumen ya que un muro es compartido entre éstas reduciendo la superficie de contacto con el exterior y disminuyendo pérdidas térmicas en comparación a casas aisladas.
- 4 Debido a que la construcción no puede demorar mucho los procesos constructivos son en serie y si no hay un eficiente control en obra los errores constructivos se suman y aumentan pérdidas por infiltraciones en los encuentros mal ejecutados de techumbres, puertas y ventanas.
- 5 Por otro lado los materiales elegidos son de bajo costo tanto en techumbre, puertas, marcos, revestimientos aislantes y piso; siendo ellos de baja resistencia térmica, lo cual genera una envoltura que no es capaz de retener calor por mucho tiempo ni de asegurar confort térmico.

mico frente a las oscilaciones de temperatura.

III .1. PRESENTACIÓN DE CASOS ANALIZADOS

El primer caso que presentó es una población de 45 viviendas en la comuna de PANQUEHUE cercana a San Felipe.

El terreno se encuentra al lado sur de la carretera - internacional teniendo una superficie total de 8,317,5 m<sup>2</sup>, subdividida en 42 lotes para viviendas pareadas y 3 para viviendas aisladas.

las viviendas pareadas tienen 40,055 m<sup>2</sup> cada una, sumando 1803,8 m<sup>2</sup> de superficie construída y las viviendas aisladas son de 40,506 m<sup>2</sup> con 121,518 m<sup>2</sup> construídos.

La superficie total de los lotes suman 6.083,33 m<sup>2</sup>. La superficie de equipameinto 237,25 m<sup>2</sup>; no existen áreas verdes.

El terreno limita al sur con un canal de regadío y con la vía férrea.

Las viviendas pareadas se ubican en el sentido Este, Oeste ofreciendo un largo mayor al norte y sur. Esta orientación permite asegurar asoleamiento a todas las casas a excepción de un pareo que se orientó con el largo mayor en sentido Norte Sur. Esto perjudica la casa que da al Sur por tener poco asoleamiento, solo de las primeras horas de la mañana y las de la tarde bajando considerablemente las calorías recibidas en el día.

## III.2. ANALISIS TERMICO

### EL COEFICIENTE "G"

Usaremos el COEFICIENTE GLOBAL DE PERDIDAS VOLUMETRICAS "G" como herramienta de análisis térmico y de comparación con los mismos casos con valores modificados en materialidad.

Conociendo el "G" ideal para la zona climática donde se levanta la construcción sabremos que calidad térmica ellas poseen.

Primero es necesario definir lo que es el coeficiente "G".

Es la relación entre el total de pérdidas térmicas y el volumen de la unidad constructiva analizada.

$$G = \frac{\Sigma \text{ Flujos Térmicos}}{\text{Volumen encerrado por la envolvente}}$$

La suma de los flujos térmicos se refiere a los flujos a través de los muros, superficies vidriadas, puertas, techos y pisos, además de las pérdidas térmicas por ventilación, sea a través de fugas de calor por juntas e intersticios de puertas y ventanas no selladas.

Puesto que el numerador contiene las superficies del envolvente y el denominador el volumen encerrado por ella involucra un factor de forma de gran importancia para el diseño arquitectónico.

La expresión según N CH 1076 es:

$$G = \frac{\Sigma A_p \cdot U_p + \Sigma A_t \cdot U_t + \Sigma A_v \cdot U_v + S}{V} + 0,35 N$$

V

Siendo:

G = Coef. volumen de transmisión global de calor,  
W/ (m<sup>3</sup>.K)

Ap= Superficie de cada una de las paredes opacas, m<sup>2</sup>

Up= Transmitancia térmica de cada una de estas paredes,  
W/(m<sup>2</sup> K)

At= Superficie del complejo techumbre, m<sup>2</sup>

Ut= Transmitancia térmica de la techumbre, W/(m<sup>2</sup> K)

Av= superficies vidriadas, m<sup>2</sup>.

Uv= Transmitancia térmica de las paredes vidriadas en  
ventana simple.

S = Flujo térmico por unidad de temperatura del suelo w/K

N = 1/h, siendo h la altura interior media, m

Para "S" distinguen los siguientes casos:

a) Suelo sobre tierra S = K.p

en que:

K : Coef. de transmisión térmica por metro de  
perímetro del muro exterior, W/(m.K)

P : Perímetro del muro exterior, m.

b) Suelo sobre espacio del aire ventilado, pero no co -  
rresponde a los casos analizados no entraré en deta  
lle.

Ahora ya es posible calcular los G de las casas selec-  
cionadas:

### III .2.1. CALCULO DE COEFICIENTE GLOBAL DE PERDIDAS VOLUMETRICAS

#### CASO I

POBLACION LA PIRCA

COMUNA DE PANQUEHUE

Nº de Viviendas pareadas : 42 de 40,055 m<sup>2</sup> cada una  
 Nº de Viviendas aisladas : 3 de 40,506 m<sup>2</sup> casa una  
 G Ideal para Valle Central G : 1,5 W/(m<sup>3</sup> K)

CALCULO DE G para Vivienda Pareada

$\Sigma A_p$  : 2(6,21 + 6,45) x 2,20 = 41,51, descontando los vaños de puertas y ventanas queda:

$\Sigma A_p$  : 41,51 - (5,1 + 3,06) = 33,35 m<sup>2</sup>

$U_p$  : 3,4 W/( m<sup>2</sup> K)

$\Sigma A_t$  : 40,055 m<sup>2</sup>

$U_t$  : 0,765 W/(m<sup>2</sup> K) desglosado como sigue:

Plancha Asbesto Cto. 5 mm.	: 0,007	(m <sup>2</sup> K/W
Lana mineral, colchoneta 50mm:	1,250	"
Plancha yeso 8 mm	: 0,050	"
	1,307	"

Por lo tanto  $U_t$  : 0,765 W/(m<sup>2</sup> K)

$\Sigma A_{vent}$  : 5,1 m<sup>2</sup>

$U_v$  : 6,8 W/ (m<sup>2</sup> K)

$\Sigma A_{Puerta}$  : 3,06 m<sup>2</sup>

$U_p$  : 2,6 W/m<sup>2</sup>

S : suelo sobre tierra

S = Kp.

K = 1,2 W/(m<sup>2</sup> K)

p = 18,87 m.

S = 1,2 x 18,87

S = 22,644 W/K

$\frac{N}{h}$  :  $\frac{1}{h}$  siendo h = 2,20

N = 0,45

$\underline{V}$  : Volumen de aire atrapado en la vivienda

V = Sup. h : 40,055 . 2,20 = 88,121 m<sup>3</sup>

$$G_1 : \frac{|(33,35 \times 3,4) + (40,055 \times 0,765) + (5,1 \times 6,8) + (3,06 \times 2,6) + 22,644| + (0,45 \times 0,35)}{88,121}$$

$$G_1 : \frac{(113,39 + 30,642 + 34,68 + 7,95 + 22,644)}{88,121} + 0,1575$$

$$G_1 : \frac{209,306}{88,121} + 0,1575$$

$$G_1 : 2,37 + 0,1575 = 2,53 \text{ W/(m}^3 \text{ K)}$$

### CALCULO G VIVIENDA AISLADA

G ideal Valle Central 1,5 W/(m<sup>2</sup> K)

Superficie 40,506 m<sup>2</sup>

ΣA<sub>p</sub> : 2(6,28+6,45)×2,20=56,012 m<sup>2</sup>, descontando vanos  
de ventanas y puertas queda:

$$56,012 - (5,1 + 3,06) = 47,85 \text{ m}^2$$

$$U_p : 3,4 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

$$\Sigma A_t : 40,506 \text{ m}^2$$

$$U_t : 0,765 \text{ W/(m}^2 \text{ k)}$$

ΣA Vent : 5,1 m<sup>2</sup> desglosado así

$$V_1 \quad 1,70 \times 1,20 = 2,04$$

$$V_2 \quad 0,5 \times 0,6 = 0,3$$

$$V_3 \quad 0,76 \times 0,66 = 0,502$$

$$V_4 \quad 0,94 \times 1,20 = \underline{2,256}$$

5,1

$$U_v : 6,8 \text{ W/m}^2 \text{ K)}$$

ΣA Puerta : 3,01 m<sup>2</sup> desglosado así

$$P_1 \quad 0,79 \times 2,00 = 1,58$$

$$P_2 \quad 0,74 \times 2,00 = \underline{1,48}$$

3,06

$$U_p : 2,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$



S = suelo sobre tierra

$$S = K \cdot p$$

$$K = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

$$P = 2(6,28 + 6,45) = 25,46$$

$$S = 1,2 \times 25,46$$

$$S = 30,552$$

N :  $\frac{1}{h}$  siendo  $h = 2,20$

$$h \quad N = 0,45$$

V : Volumen de aire atrapado en la vivienda.

$$V = \text{sup. h} : 40,506 \cdot 2,20 = 89,11 \text{ m}^3$$

$$G = \frac{\Sigma A_p \cdot U_p + \Sigma A_t; U_t + \Sigma A_v \cdot U_v + \Sigma A_{p_t} \cdot U_{p_t} + S}{V} + 0,35 N$$

$$G = \frac{(47,85 \times 3,4) + (40,506 \times 0,765) + (5,1 \times 6,8) + (3,01 \times 2,6) + 30,55 + (0,35 \times 0,45)}{89,11}$$

$$G = \frac{162,69 + 30,98 + 34,68 + 7,82 + 30,55 + 0,1575}{89,11}$$

$$G = \frac{266,72}{89,11} + 0,1575$$

$$G = 2,99 + 0,1575$$

$$G = 3,15 \text{ W}/(\text{m}^3 \text{ K})$$

III.2.2

CASO II

POBLACION: GRAL MA NUEL BAQUEDANO II  
 COMUNA DE SAN ANTONIO  
 SERVIU V REGION

CALCULO DE G

COEFICIENTE GLOBAL

G IDEAL PARA LITORAL

CENTRAL

G. : 1,25 W/(C m<sup>2</sup>.K)

Nº De Viviendas Pareadas : 80

Cálculo de G.

$\Sigma A \text{ Pared: } |2(5,105) + 8,45| \times 2,20 = 41,052 \text{ m}^2$  descontando vanas;  
 $41,052 - (6.264 + 3,1) = 31,688 \text{ m}^2.$

Up : 3,4 W (m<sup>2</sup> K)

<u><math>\Sigma A</math> Ventanas:</u>	6,264 m <sup>2</sup>	
2 Ventanas	1,24 m <sup>2</sup>	2,48
1 Ventana	1,16 m <sup>2</sup>	1,16
2 Ventanas	0,37 m <sup>2</sup>	0,74
1 Ventana	1,884 m <sup>2</sup>	1,884
		<u>6,264 m<sup>2</sup></u>

Uv : 6,8 W/Cm<sup>2</sup>. K)

$\Sigma A$ ptas; 3,1 m<sup>2</sup>

Up: 2,6 W/m<sup>2</sup> K

$\Sigma A$  Tech. : 5,405 x 8,79 = 47,29 m<sup>2</sup>

Ut	Plancha Asb. cto. 5 mm.	0,007 (m <sup>2</sup> K)/W
	Lana Mineral 50 mm.	1,29 "
	Plancha Yeso	<u>0,05</u> "
		1,307 (m <sup>2</sup> K)/W
Ut		0,765 W/m <sup>2</sup> K)

S : Suelo sobre tierra

$$K = 1,2$$

$$P = 18,66$$

$$S = 1,2 \times 18,66$$

$$S = 22,392$$

$$\underline{N} : \frac{1}{h} = \frac{1}{2,20}$$

$$N = 0,45$$

$$\underline{V} \text{ olumen aire } 43,13 \times 2,20 = 94,9$$

---

$$G_2 : \frac{(31,688 \times 3,4) + (6,264 \times 6,8) + (3,1 \times 2,6) + (47,29 \times 0,765) + 22,39 + (0,35 \times 0,45)}{94,9}$$

$$G_2 : \frac{107,74 + 42,6 + 8,06 + 36,17 + 22,4 + 0,1575}{94,9}$$

$$G_2 : \frac{216,97 + 0,1575}{94,9}$$

$$G_2 : 2,28 + 0,1575 = 2,44 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

### III BALANCE TÉRMICO DE UNA VIVIENDA

PRIMER CASO
POBLACION LA PIRCA
COMUNA PANQUEHUE
SERVIU V REGION

CALCULO BALANCE TERMICO

#### CONDICIONES EXTERIORES

LOCALIDAD :	Panquehue	EXPOSICION :	Normal
LATITUD :		ELEMENTO :	Vertical
AZIMUT :		ORIENTACION :	N.E.
INCLINACION :		Tº MEDIA (JULIO):	7.5ºC

#### CONDICIONES INTERIORES

EXIGENCIAS DE CONFORT : 20º C

#### - Cálculo de Pérdidas Unitarias

Muros: Ladrillos hechos a máquina de 0,29 x 0,14 x 0,071 cm.  
colocados a soga, sin estucar.

Rt :

$$\begin{aligned} - 1/h_i + 1/h_e &= 0,17 \text{ (m}^2 \text{ K)/W} \\ - \text{Ladrillo } \frac{0,14}{3,4} &: 0,041 \text{ (m}^2 \text{ K/W)} \\ \text{Rt: } &0,211 \text{ (m}^2 \text{ K/W)} \end{aligned}$$

$$U = \frac{1}{Rt} = \frac{1}{0,211} = 4,735 \text{ W/(Cm}^2 \text{ K)} \times 0,8598 = 4,071 \text{ K Cal/(h.m}^2 \text{ ºC)}$$

Ventanas: En ventanas simples

$$UV : 5,8 \text{ W/(Cm}^2) \times 0,8598 = 4,98 \text{ K Cal/ h.m}^2 \text{ ºC}$$

Puertas Up: 2,6 K Cal (h.m<sup>2</sup> ºC)

Techumbre Rt:  $1/h_i + 1/h_e = 0,140 \text{ m}^2 \text{ k/W}$

Cubierta = Asbesto cto. 4 mm.

$$\frac{0,004}{0,65} : 0,061 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Material aislante: lana mineral 5 mm.

$$1,25 \text{ m}^2 \text{ k/W}$$

Plancha Yesoplac : 8 mm.  $0,05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$   
Rt : 0,140

$$0,061$$

$$1,250 \quad U = \frac{1}{Rt} = \frac{1}{1,446} = 0,691 \text{ w/m}^2 \text{ K}$$

$$0,050$$

$$\frac{1,446 \text{ m}^2 \text{ K/W}}{U = 0,691 \times 0,8598 = 0,594 \text{ K Cal/(h m}^2 \text{ }^\circ\text{C)}}$$

Flujo Por Piso:

$$\Phi = K.p (T_i - T_e)$$

$$\Phi = 1,4 \times 18,87 \times (20 - 7,5)$$

$$\Phi = 26.418 \times (12,5) = 330,225 \text{ K Cal/h}$$

### Pérdidas Por Infiltración

Longitud "1" de rendijas ml.

1 ventana 0,54 x 0,40 : 2,04

1 " 0,60 x 0,70 : 2,60

2 " 0,90 x 1,20 : 8,40

1 " 1,64 x 1,10 : 5,48

1 Puerta 0,75 x 2,00 : 5,50

1 " 0,70 x 2,00 : 5,40

29,42 ml.

### Cálculo de Pérdidas Totales

Muros :  $29,958 \times 4,071 \times 12,5 = 1.542,48$

Ventanas :  $5,162 \times 4,98 \times 12,5 = 321,33$

Puertas :  $2,90 \times 2,60 \times 12,5 = 94,25$

Techumbre :  $40,055 \times 0,592 \times 12,5 = 297,41$

Suelo : 330,22

Infiltrac. : 514,85

3.085 K Cal/h

## GANANCIAS TERMICAS

Aporte Solar :

Ventanas

### - Inercia Térmica

Muro lleno Norte :  $9,144 \text{ m}^2 \times 0,14 \times 1800 = 2.304,2 \text{ Kg}$

Muro lleno Oriente :  $10,58 \text{ M}^2 \times 0,14 \times 1800 = \underline{2.666,16 \text{ Kg}}$

4.970,36 Kg

$Q = 4970,36 \times 0,2 \times 12,5 = 12425,9$  en 24 hrs.

517,74 K Cal/h.

### - Ocupantes

Padre 40 Años 130 W

Madre 35 Años 105 W

Hijo 10 Años 120 W

Hijo 8 Años 105 W

Hija 4 Años 80 W

$440 \text{ W} \times 0,8598 = 378,312 \text{ K Cal/h}$

### - Potencia de Iluminación

	M2.	W/m <sup>2</sup>	Total W
Dormitorio 1	7,672	10	77
Dormitorio 2	8,0192	10	80
Cocina	3,152	12	38
Estar-Comedor	12,772	30	384
Baño	3,146	8	<u>25</u>

$604 \text{ W} \times 0,8598 = 519,32 \text{ K Cal/h}$

**Balance:** Se estimó el total de ganancias en 600 K Cal/h ya que los valores dependen de el caso ideal si todos los miembros de la familia estuviesen todo el día en la casa y con todas las luces prendidas.  
 $3085 - 600 = 2.483 \text{ K Cal/h}$  de pérdida.

## LOS EFECTOS DE LA HUMEDAD

La presencia de humedad en la vivienda dependen de varios factores:

- a.- Factores constantes.
- b.- Factores estacionales.
- c.- Factores de uso.

### a.- Factores Constantes

Son aquellos ligados directamente a las características y propiedades de cada vivienda pudiéndose señalar entre ellos:

- Ubicación geográfica
- Tipo de construcción
- Calidad de los materiales
- Distribución interior
- Orientación cardinal
- Superficie expuesta al exterior
- Volumen interior.

### b.- Factores Estacionales

Son aquellos factores ligados a los cambios climáticos o estacionales propios del lugar:

- Estación del año
- Profundidad de la napa freática
- Humedad relativa del aire
- Temperatura ambiente

### c.- Factores de Uso

Estos dependen del uso que los habitantes hagan de la vivienda y se relaciona con las fuentes productoras de humedad:

- Cuidado y mantenimiento de la vivienda
- Cantidad de personas que la habitan
- Hábitos del grupo familiar
- Nivel socio-económico.

Es el exceso de humedad que bajo determinadas condiciones de temperatura (entre 18°C y 20°C) y en presencia de nutrientes que constituyan un adecuado medio de cultivo, permite el desarrollo de colonias de hongos que pueden comprometer la salud de los habitantes.

En el caso de una vivienda las fuentes de vapor más comunes son:

- a.- Los seres humanos: que generan entre 30 y 100 gramos de vapor por hora; dependiendo del grado de actividad que desarrollan y de su edad.
- b.- Una cocina: en horas de punta, produce entre 500 a 1.500 gramos de vapor por hora durante las horas de uso en preparación de alimentos.
- c.- Sala de baño: produce 500 a 1.500 gramos de vapor por hora durante las horas de uso de duchas.
- d.- Calefactores portátiles de combustión: el uso de calefactores portátiles en base a la combustión de gas licuado o parafina, ha tenido una gran difusión ultimamente desplazando a los calefactores estacionarios dotados de dispositivos eliminadores de gases de combustión; esto fundamentalmente por razo -

nes de costo de calefacción.

Junto con la adopción de calefactores portátiles sin -  
sin dispositivos de eliminación de gases al exterior -  
de la vivienda, se ha introducido a ésta una importante  
fuente productora de vapor de agua, llegando a constituir  
el factor principal del aumento del grado higro  
térmico interior de la vivienda y por lo tanto de las  
condensaciones producidas.

Estas condensaciones se evitan mediante una ventila-  
ción adecuada de la vivienda que asegure la elimina-  
ción del vapor de agua. Pero como en invierno las ven-  
tilaciones son limitadas es necesario adoptar otras me-  
didas que eliminen los excesos de humedad:

Al prescindir de la calefacción a parafina o gas li-  
cuado se reduciría considerablemente el aporte de va-  
por de agua, lo cual se traduce en un ahorro de combus-  
tibles y en un prolongamiento de la vida útil de los -  
materiales de la vivienda.

Esto se conseguiría con una concepción bioclimática de  
la vivienda que logre una autonomía térmica y reduzca  
al mínimo el uso de calefacción auxiliar.

### III. 4.-

#### COSTOS DE LA SOLUCION BIOCLIMATICA

Una correcta concepción bioclimática de la vivienda social debe conducir a una construcción adecuada a fin de lograr la esperada economía de energía, la que se traduce en reducciones importantes de las necesidades de calefacción y climatización.

A largo plazo, la economía energética resultante de la concepción bioclimática representa, hoy por hoy la mejor inversión para la sociedad y los individuos.

El gasto de energía por parte de la vivienda tradicional representa alrededor de un 20% del presupuesto energético nacional, cantidad que podría reducirse a más de la mitad si de forma sistemática se emplearan las técnicas de concepción bioclimáticas en la construcción de la nueva vivienda social.

Los costos de la vivienda social bioclimatizadas los podemos diferenciar en tres partes:

- a.- Costos de estudio
- b.- Costos de construcción
- c.- Costos de mantención.

#### a.- Costos de Estudios

El estudio de un proyecto por parte del arquitecto bioclimático no debería aumentar los costos, pues estaría acostumbrado a la solución bioclimática y, por lo tanto, no aumentaría el tiempo invertido por él y su grupo en este estudio.



Ahora, es responsabilidad de las Escuelas de Arqui  
arquitectura la educación de profesionales concien-  
tes y comprometidos con esta arquitectura que va  
en directo beneficio del mejoramiento del nivel de  
vida de las personas.

**b.- Costos de Construcción**

Si comparamos la inversión actual en la construc -  
ción de viviendas sociales con el costo de la solu -  
ción bioclimática, es evidente que existiría un au  
mento de la inversión pero ésta se vería pagada en  
un mediano plazo, y significaría una economía (so -  
bre todo energética) a largo plazo.

El aumento de costo se carga a un necesario mejora -  
miento de la calidad de los materiales empleados,  
pero no debería aumentar en los procesos construc -  
tivos, pues estos no necesitan mano de obra espe -  
cializada en una "construcción bioclimática".

**c.- Costos de Mantenición**

Una de las características de la vivienda bioclima -  
tizada es que no requiere mantención, ya que no exis  
tiría un desgaste acelerado de los materiales por  
humedad excesiva en el interior de las casas.

IV MEJORAMIENTO DEL COEFICIENTE G

CASO I  
POBLACION LA PIRCA  
COMUNA PANQUEHUE  
SERVIU V REGION

G IDEAL PARA VALLE CENTRAL

$$1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

$$G = \frac{\sum A_p \cdot U_p + \sum A_t \cdot U_t + \sum A_v \cdot U_v + S}{V} + 0,35N$$

$$G \text{ Real} : 3,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

$$G \text{ OBTENIDO} : 2,05.$$

CALCULO DE G CON  
VALORES MODIFICADOS  
EN MATERIALIDAD

$$\text{Muros } \sum A_p = 33,35 \text{ m}^2$$

Muro de Ladrillo puesto de cabeza

$U_p = 1,6 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ ) 29 cmt. de e más enlucido de yeso 2 cm interior más 2 cm de mortero enlucido exterior, ladrillos macizos de 1300 Kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Techon } \sum A_t = 40,055 \text{ m}^2$$

Teja de arcilla

Listones 1 x 1"

Costanera 1"x3"

Cálculo de RI

Placa de Yeso Cartón

Colchoneta lanamineral 50 mm.

$$\frac{e}{\lambda} = \frac{0,02}{0,20} = 0,1 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W}$$

Yesoplac 2 mm.

Lana mineral 50 mm. entre viguetas de madera

$$R_v = 1,35 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W}$$

$$R_1 = 0,1$$

$$+ 1,35$$

$$1,45 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W}$$

Cálculo de Re

Teja de arcilla

$$\frac{R_e}{R_1} = \frac{0,026}{1,45} = 0,018$$

$$R_1 \quad 1,45$$

$$R_e = 0,026 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W}$$

$$\frac{e}{\lambda} = \frac{0,02}{0,76} = 0,026 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W}$$

$$\frac{R_e}{R_1} < 0,2 \therefore$$

$$U = \frac{1}{R_1 + 2/H_1}$$

$$U_t = \frac{1}{1,45 + 0,18} = 0,613 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

ventanas No se modificó la  $U_v$

$$\Sigma A_{\text{Vent}} = 5,162 \text{ m}^2$$

$$U_v = 6,8 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

Puertas No se modificó la  $U_p$

$$\Sigma A_p = 3 \text{ m}^2$$

$$U_p = 2,6 \text{ W/m}^2 \text{ K)}$$

S Suelo sobre Tierra

$$S = K \cdot p \quad S = 1,2 \times 19,01$$

$$K = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K} \quad S = 22,812 \text{ W/K}$$

$$p = 19,01 \text{ m.}$$

$$N = \frac{1}{h} \text{ siendo } h = 2,2 \quad N = 0,45$$

$$V = \text{Sup} \times h : 40,055 \times 2,20 = 88,121 \text{ m}^3$$

$$G_m = \frac{|(33,35 \times 1,6) + (40,055 \times 0,613) + (5,162 \times 6,8) + (3 \times 2,6) + 22,812| + (0,45 \times 0,35)}{88,121}$$

$$G_m = \frac{(53,36 + 24,55 + 35,1 + 7,8 + 22,812)}{88,121} + 0,1575$$

$$G_m = \frac{143,62 + 0,1575}{88,121}$$

$$G_m : 1.7875 \text{ W/m}^2 \text{ K)}$$

Modificando la materialidad de techumbre y de los paramentos se obtuvo más de 1 punto de diferencia entre el  $G$  Real de la vivienda social y el nuevo  $G_1$ .

¿A qué precio se obtuvo el precio de ganancia? en los muros bajó el rendimiento de ladrillo  $\times \text{m}^2$  de superficie, en techumbre se utilizaron tejas de arcilla que por ser de fabricación dentro de la zona no aumentaría los costos por encima de los aceptable para la vivienda social.

CASO II  
 POBLACION GRAL BAQUEDANO II  
 COMUNA DE SAN ANTONIO  
 SERVIU V REGION

G IDEAL LITORAL CENTRAL  
 1,25

Cálculo de G con valores modificados  
 cambio de materialidad en techumbre y  
 cambio de la albañilería.

Muros  $\Sigma A_p$  = paredes opacas en contacto con el exterior

$$\Sigma A_p = 31,688 \text{ m}^2.$$

$$U_p = 1,6 \text{ w/m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Ventanas } \Sigma A_v = 6,264 \text{ m}^2$$

$$U_v = 6.8 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$\begin{aligned} \text{Techumbre } \Sigma A_{te} &= 43.85 \text{ m}^2 \\ U_t &= 0,595 \text{ W/(m}^2 \text{ K)} \end{aligned}$$

Cálculo

RI

Placa de Yeso Cartón

$$\frac{e}{\lambda} = \frac{0,02 \text{ m}}{0,2 \text{ W/(m.K)}} = 0,1 \frac{\text{m}^2 \text{ K}}{\text{W}}$$

R1 = 0,1 Lana mineral 50 mm. entre viguetas  
 1,4, de madera.

$$\frac{1,4}{1,5} \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_e = \frac{0,026}{1,5} = 0,017$$

$$R_i = 1,5$$

$$R_i : 1,40 \text{ m}^2 \text{ k/W}$$

$$\frac{R_e}{R_i} < 0,2$$

$$U_t \frac{1}{R_i + 2/h_1}$$

Cálculo Re teja Curva de arcilla

$$R_e \frac{e}{\lambda} = \frac{0,02}{0,76} = 0,026 \text{ m}^2 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$U_t \frac{1}{1,50 + 0,18} = \frac{1}{1,68} = 0,595 \text{ W/M}^2 \cdot \text{K}$$

Suelo : Sobre Tierra.

$$K = 1,2$$

$$S = 1,2 \times 18,66$$

$$P = 18,66$$

$$S = 22,392$$

$$\frac{N}{h} = \frac{1}{2,20} = \frac{1}{2,20} \quad N = 0,45$$

Volumen de Aire:  $43,85 \times 2,20 = 96,47 \text{ m}^2$

Cálculo de G

$$G_2 = \frac{|(31,688 \times 1,6) + (6,264 \times 6,8) + (3,10 \times 2,6) + (43,85 \times 0,5995) + 22,392| + (0,35 \times 0,45)}{96,47}$$

$$G_2 = \frac{(50,7 + 42,59 + 8,06 + 26,09 + 22,392) + 0,1575}{96,47}$$

$$G_2 = \frac{149,831 + 0,1575}{96,47}$$

$$G_2 = 1,5531 + 0,1575$$

$$G_2 = 1.71 \text{ W (m}^2/\text{K)}$$

$$G \text{ Anterior} = 2,38$$

$$G \text{ Corregido} = \underline{1,71}$$

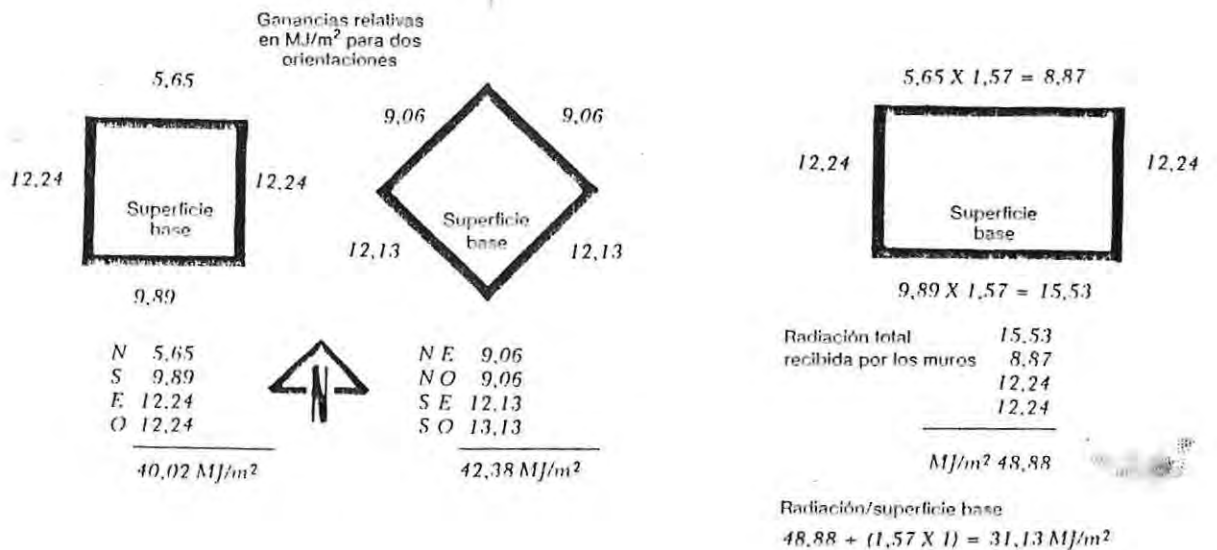
0,67 puntos.

V. CRITERIOS BIOCLIMATICOS  
PARA LA LA VIVIENDA SOCIAL

V.1. LA VIVIENDA EN DIRECTA RELACION A SU LUGAR Y CLIMA

1.A.- ORIENTACION SOLAR

Es la primera decisión para lograr casas energéticamente económicas, distribuyendo en la planta las diferentes habitaciones según la trayectoria solar. Además la configuración de la planta y su orientación inciden en el aporte de radiación de sus muros, así para la planta cuadrada las ganancias relativas se equiparan al disponerlas con su eje diagonal en sentido norte sur.

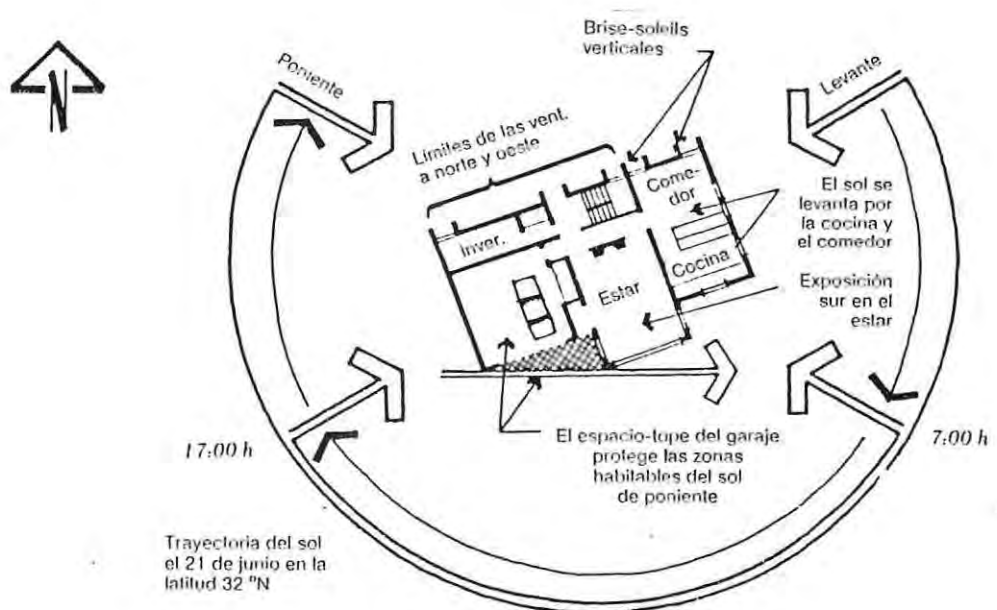


Pero, para latitudes bajas como las de nuestras casas es la planta rectangular la que da óptimo resultado, de aproximadamente 9m x 4m y que su eje longitudinal tenga orientación este-oeste.

Las orientaciones más favorables para distintas habitaciones y funciones son:

# En los muros al E o al W

Las ventanas a este o noreste para los dormitorios, la cocina al este para aprovechar los primeros rayos del sol de invierno, el living-comedor al sol de mediodía, los muros captadores, los muros trombe al norte o noreste a fin de poder captar el máximo de radiación en el día, el baño puede ser un espacio tapón si se ubica al sur.



Trayectoria del sol el 21 de junio en la latitud 32° N.

## 1.8.- ORIENTACION GEOGRAFICA

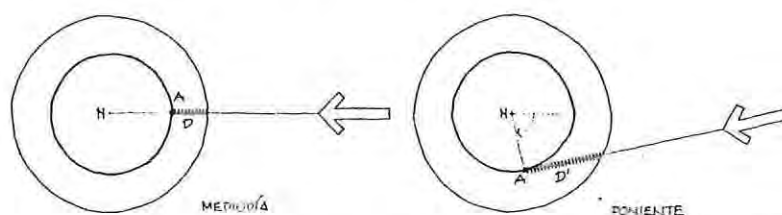
La cantidad e intensidad de la radiación recibida por una zona dada depende de la altitud, del relieve del suelo, de las masas de aguas existentes, de la vegetación que allí crece y de la altitud en que se encuentra.

### LATITUD

La atmósfera disminuye considerablemente la cantidad de radiación solar, de la totalidad que llega hasta el límite de la atmósfera, el 32% es devuelto al espacio por difusión y el 15% absorbido por ella misma.

Además mientras más espesa sea la capa de atmósfera atravesada mayor será la radiación absorbida por ella.

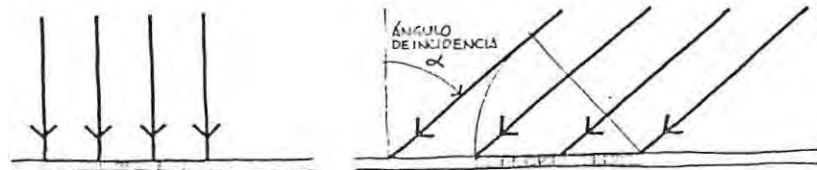
En la tierra, en un momento dado, el trayecto de la radiación en la atmósfera varía en función del lugar y depende de su latitud.



Masa atmosférica atravesada por la radiación al mediodía y poniente.

Cuando más cerca esté de los polos el lugar considerado, más grande será la masa atmosférica atravesada y menos potente será entonces el flujo energético.

Así para un flujo energético dado, la potencia disponible en un lugar depende de la dirección de la radiación. Si la radiación llega al plano con un ángulo de incidencia importante, alumbrará una porción más grande que si el ángulo fuese nulo. Así pues, la potencia por unidad de superficie es mayor en una radiación que llega perpendicularmente al plano.



Dirección de la radiación y potencia disponible.

### ACIMUT Y ALTURA

Para conocer la dirección de la radiación y sus modificaciones en el tiempo, es necesario determinar la posición del Sol en el cielo. Esta se determina con dos ángulos: el acimut y la altura.

Para un plano horizontal, cuanto mayor sea la altura del sol, más efectiva será la radiación.

El acimut sirve para determinar las direcciones óptimas de los planos verticales destinados a recibir la radiación. Estas características varían con las estaciones, que influyen también en los períodos cotidianos del sol.

## RELIEVE

Se puede decir que toda porción de espacio tiene su propio microclima. Sin embargo, hay ciertos medios donde las influencias locales tienen un importante papel. Las regiones accidentadas con las que tienen microclimas más variados. Cada pendiente tiene sus características propias según orientación e inclinación, influyendo en las aportaciones diurnas.

Las distintas pendientes se benefician de un sol más o menos efectivo en función del ángulo de incidencia de la radiación. Así, las pendientes abruptas situadas a pleno sur favorecen las zonas de sombras persistentes.



Influencias del relieve sobre el microclima.

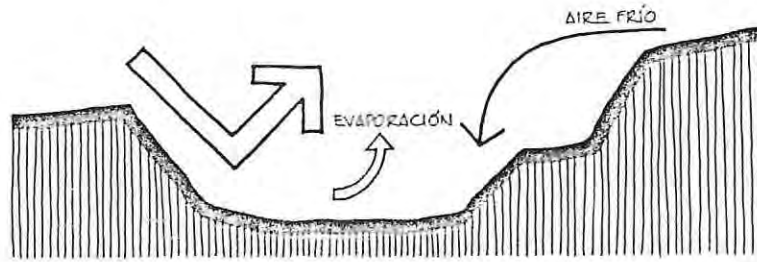
Las distintas pendientes se benefician de un sol más o menos efectivo en función del ángulo de incidencia de la radiación.

Las vertientes abruptas situadas al Norte favorecen las zonas de sombra persistente.

Las masas de aire frío se estancan en las depresiones mientras ciertas vertientes quedan particularmente expuestas al viento.

## LAS MASAS DE AGUA

Las superficies líquidas (lagos, ríos) son frías de día porque reflejan una parte de la radiación. Por la noche recogen las masas de aire frío, porque generalmente están situadas en las depresiones. Así pues, cerca de las aguas la atmósfera es fresca y húmeda.



Influencias de un embalse sobre el microclima.

### VEGETACION

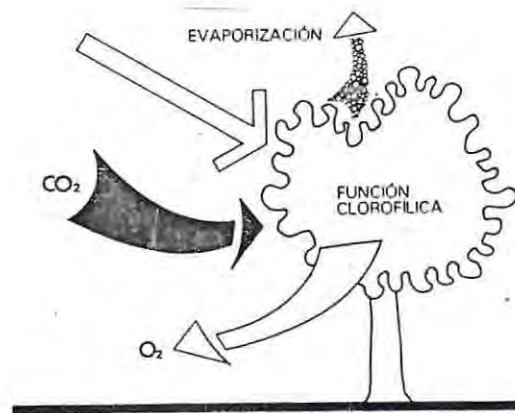
Los bosques tienen un clima muy característico, ya que matizan la radiación durante el día y retienen las radiaciones nocturnas del suelo.

Por este motivo la implantación en la maleza es muy particular ya que entrega frescor durante el día y calor durante la noche, y depende de las condiciones climáticas generales.

Además la vegetación se adapta a las condiciones de viento de un paraje, hasta el punto de poder manifestar por su forma de crecimiento la fuerza del viento. La vegetación no tiene sólo este papel pasivo, sino que por el contrario contribuye al establecimiento de los microclimas, tanto en el medio natural como en el urbano. Los efectos de la vegetación son numerosos.

a.- Efecto de oxigenación.:

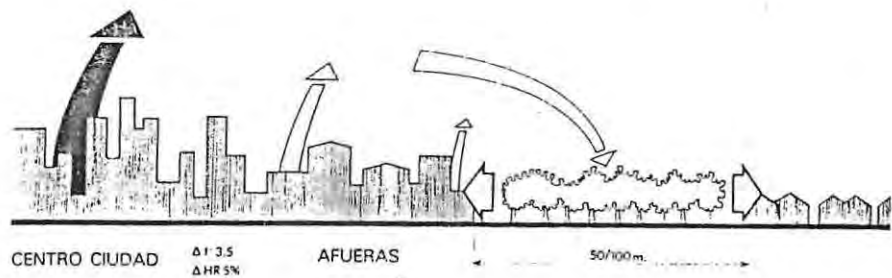
Durante el día se establece la función clorofílica, y el gas carbónico producido por las actividades urbanas es absorbido en parte y el oxígeno es devuelto de nuevo.



Efecto de oxigenación de la vegetación.  
La radiación solar es su principal agente.

b.- El efecto de humedecimiento del aire:

La vegetación emite vapor de agua por medio del follaje. La emisión de vapor de agua es debida a la evaporación de lluvias y rocíos, y a la transpiración fisiológicas del vegetal. Una hectárea de bosque puede producir por evapotranspiración cerca de 5000 toneladas de agua por año. En el medio urbano, el consumo de calor latente por evaporación de este vapor de agua permite obtener un descenso de la temperatura ambiental, pudiendo existir una diferencia de  $3,5^{\circ}\text{C}$  entre el centro de la ciudad y los barrios extendidos a lo largo de una banda de vegetación de una profundidad variable entre 50 a 100 metros. Este enfriamiento se habrá producido gracias a una convección horizontal de las masas frías (vegetación) hacia las masas más cálidas (barrios vecinos). Por esto la humedad relativa habrá aumentado en un 5%.



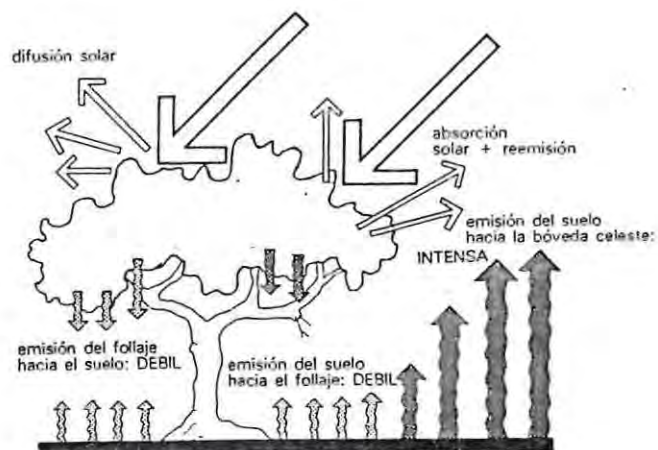
. Efecto de humedecimiento del aire por una zona plantada.

c.- Efecto de dosificación de las radiaciones de corta longitud de onda:

En la presencia de una cubierta vegetal, por ejemplo en las calles con plátanos orientales, los efectos de reverberaciones o de deslumbramiento - debido a la sombra y al sol puede quedar atenuados por una luz difusa.

d.- Efecto de dosificación de las radiaciones de gran longitud de onda.

Las radiaciones absorbidas por el suelo y las fachadas quedan disminuídas al filtrarse la radiación directa. Por esto es que disminuye el calentamiento en las superficies en períodos de calor y las amplitudes de temperatura se amortiguan.



Efecto de dosificación de las radiaciones de gran longitud de onda por la vegetación.

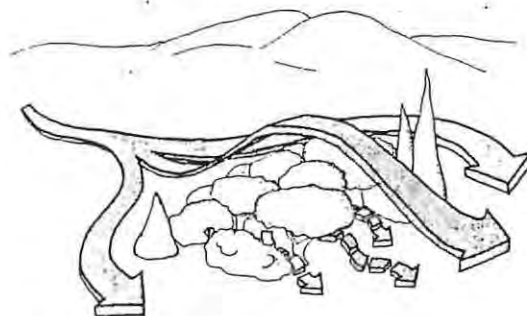
e.- Efectos sobre los ambientes acústicos.

Los estudios a este respecto son todavía muy sec  
toriales, y no se pueden hablar realmente de pan  
talla contra los ruidos más que cuando se trata  
de una faja de vegetación profunda sobre varias  
decenas de metros. El efecto relevante se encuen  
tra sobre todo en una corrección acústica en la  
que el ambiente sonoro se encuentra amortiguado.

f.- Efecto de protección de los vientos fuertes.

La masa foliar de la vegetación representa una -  
rugosidad que afecta a los movimientos de aire.  
Una parte de los vientos penetra al interior del  
follaje resultando filtrado y amortiguado dismi-  
nuyendo sensiblemente la velocidad y los fenóme-  
nos de remolino.

La eficacia del efecto de protección depende de  
la porosidad del follaje, el aire varía según las  
estaciones y las especies elegidas; así, por ejem  
plo, las hojas de platano tienen una porosidad -  
que aumenta con la velocidad del viento mientras  
que las agujas de los pinos se pegan unas a otras  
y forman una pantalla más densa.



Efecto de protección del viento fuerte.  
La vegetación hace aquí el papel de barrera contra el viento.

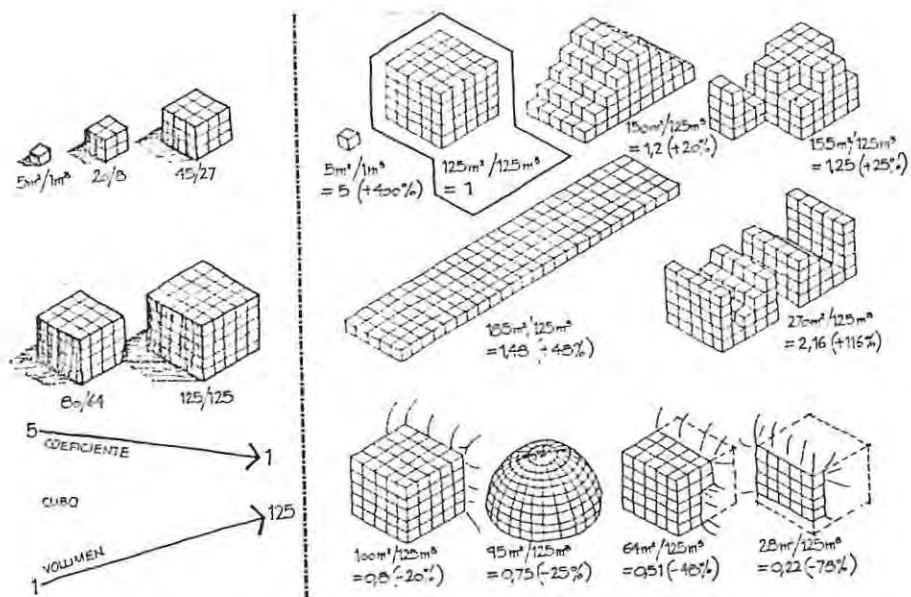
C.- LA FORMA

Con el fin de conseguir la proporción de superficie de pared respecto al volumen habitable y así poder apreciar de una forma aproximada, las superficies de intercambios, se puede usar el coeficiente de forma.

Esto se obtiene relacionando la superficie de las paredes directamente en contacto con el exterior (salvo la superficie del suelo si no hay vacío sanitario y las paredes que están en contacto con otro edificio o enterradas a más de un metro de profundidad) y el volumen habitable..

Este coeficiente de forma permite comprobar que, al aumentar una forma dada, la superficie de las paredes crece mucho más rápidamente que el volumen por ellas contenido.

Lo cual quiere decir que cuando más importante sea el volumen menor será la superficie de envoltura por metro cúbico interior. En proporción, una vivienda grande tiene menos superficies de pérdida que una pequeña.



Coeficiente de forma.  
A la izquierda, variación del coeficiente de forma de un cubo al que se aumenta de volumen. A la derecha, evolución del coeficiente de forma de diferentes combinaciones de un volumen de 125 m<sup>3</sup>.

## 2.- LA ENVOLVENTE TERMICA

Teniendo en cuenta la diversidad de las características de los materiales ( reacciones ante la radiación, aislamiento, transparencia...) las paredes de la envolvente habitable deben concebirse con sumo cuidado. Cuando se pretende una mayor economía de energía y una mayor autonomía térmica, principio de la arquitectura bioclimática, más importancia tiene la naturaleza de las paredes.

De una forma general las paredes deben ser pensadas como algo "vivo", es decir, algo que actúa entre interior y exterior. Y serán diferentes según las funciones que realicen: iluminación, captación, protección, estructura, aislamiento, acumulación.

A diferencia de la concepción convencional de la casa que supone que los muros sean únicamente aislantes, barreras y que los vidrieras sean las fuentes de pérdidas más importantes, la concepción bioclimática concibe estos elementos como organos en acción. La vidriera es sin duda alguna el colector más sencillo y más eficaz cuando está equipada para ello, es decir, cuando está provista de ocultaciones aislantes móviles.

La naturaleza de las paredes también deben ser estudiada en función del principio de climatización solar elegido, y principalmente en los casos de modelos bioclimáticos que exigen por parte de los muros una retención calorífica importante.

La noción de la textura de la envoltura viene a completar las de forma y calidad. Se trata de todas las espezas salientes de la fachada (balcones, barandales,

parasoles...) que, cuando están asociados a la estructura y son de la misma naturaleza, constituyen otras tantas aletas de enfriamiento y puentes térmicos que aceleran las pérdidas, sobre todo bajo la acción del viento.

#### A. MATERIALIDAD Y COSTO

Todos los materiales constructivos poseen cierta capacidad térmica por ofrecer resistencia al paso del calor. Los materiales estructurales, en cambio, no son lo bastante aislantes para garantizar el calentamiento económico de un edificio en climas fríos. Así pues, será preciso integrar en la envolvente materiales cuya función sea específicamente el aislamiento térmico.

Este cumplirá su misión desde el instante en que la temperatura exterior se sitúe fuera de la zona de confort. El aislamiento térmico presenta una ventaja adicional: en invierno, por ejemplo, la temperatura de la superficie interior de la envolvente será menos fría que si no estuviera aislado el muro; así se procura un confort interior mejor y se evitan condensaciones de agua.

#### B. LA CONDENSACION

La condensación es perjudicial casi siempre para los materiales que componen la envolvente de un edificio. Los problemas que ocasiona se agravan conforme el edi-

ficio es más y más estanco. El control de las infiltraciones de aire obstaculiza paralelamente la evacuación de la humedad producida en el interior por actividades como la cocción de alimentos, las duchas, etc.

La permeabilidad de la envolvente al aire (luego, al vapor de agua, verdadero gas) traslada el peligro de la condensación al propio interior de los materiales que integran la envolvente.

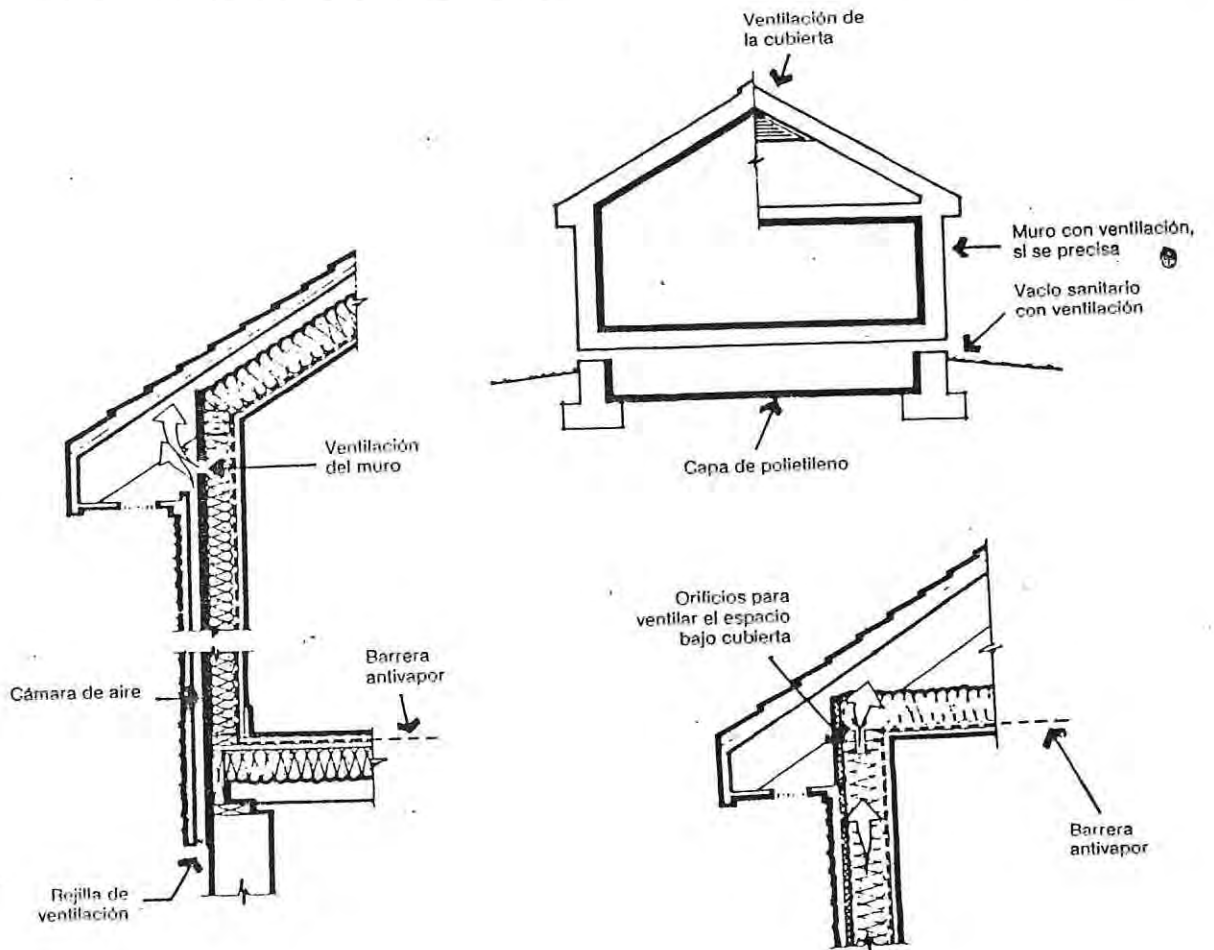


La permeabilidad de la construcción ayuda a la transmisión del vapor de agua a través de los muros, los techos, etc. La condensación dentro de estos elementos lleva al deterioro de sus componentes.

Este fenómeno es también nocivo para la madera o productos celulósicos, a los que puede pudrir, para los metales que puede corroer e incluso, para la albañilería de ladrillo, susceptible de deterioros si hay riesgos de heladas.

La solución más usual para los problemas de condensación, consiste en detener el movimiento de la humedad en las cercanías de la superficie interior del muro de la envolvente con el objeto de que no alcance las capas internas del mismo que estarían a temperaturas o aún inferiores al punto de rocío. El control de la humedad se logra gracias a barreras antivapor, es decir, por medio de materiales impermeables al vapor de agua. Sue-

le utilizarse una película de polietileno sola o asociada a algún material aislante. La regla general señala que la barrera debe colocarse siempre en el lado caliente del aislamiento.



### C. LA INERCIA TERMICA

La capacidad térmica de los diversos materiales de construcción permite crear desfases en las ganancias de calor. La composición de los muros y la cubierta de un edificio pueden determinarse en función de su orientación solar para conseguir las respuestas térmicas deseadas.

Si los muros y la cubierta están dotados de una correcta masa térmica, se constataría un descenso de los máxi

mos de temperatura en el interior de la casa y un registro de ganancias de calor en la noche. La incorrecta disposición de masas térmicas conduce, empero, al ascenso de las máximas temperaturas.

El desfase depende de la capacidad térmica, de la conductividad térmica y del espesor o masa del material. La tabla presentada proporciona los valores de desfase calculados para distintos tipos de materiales homogéneos bajo la forma de una pared de 30 cms. de espesor. Cuando se trata de paredes homogéneas el desfase se calcula con la facilidad, por ser directamente proporcional al espesor.

MATERIALES	CAPACIDAD TÉRMICA (Kj/m <sup>3</sup> °C)	CONDUCTANCIA TÉRMICA (W/m <sup>2</sup> °C)	DESFASE PARA 30 CMS. (h)
Adobe	1250	2,2	10,0
Ladrillo común	1530	2,5	10,4
Hormigón	1870	6,0	7,5
Yeso	1290	1,5	12,4
Espuma de Poliestireno	19	0,14	4,9
Pino blanco	1150	0,38	23,4

El desfase se calcula según la siguiente fórmula:

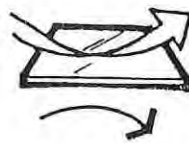
$$\text{Desfase (h)} = 1,4 \times \text{espesor (m)} \times \sqrt{\frac{\text{capacidad}}{\text{conductancia}}}$$



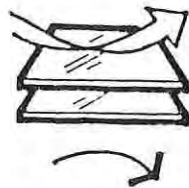
**D. LAS SUPERFICIES ACRISTALADAS**

De entre todos los elementos de la envolvente del edificio, las ventanas y las superficies acristaladas son las más expuestas a indeseables transferencias de calor. ello se entiende si comparamos la resistencia térmica global de un acristalamiento simple ( $R=0,15 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ ) con la de un muro corriente adecuadamente aislado -- ( $R= 2 \text{ a } 3 \text{ m}^2\text{ } ^\circ\text{C/W}$ ).

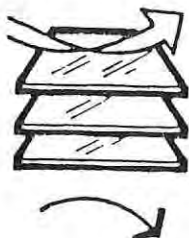
El poder aislante de una ventana se mejora aumentando su resistencia térmica y agregándole un dispositivo de aislamiento sea en el interior, sea en el exterior. El coeficiente de aislamiento de una unidad acristalada depende de la resistencia térmica del acristalamiento, del número de éstos, del espacio de aire que entre ellos se origine y de la constitución del marco.



Viento 25 km/h	0,028
Vidrio 3 mm	0,003
Aire inmóvil	0,113
Resistencia (R) =	<u>0,140</u> m <sup>2</sup> °C/W

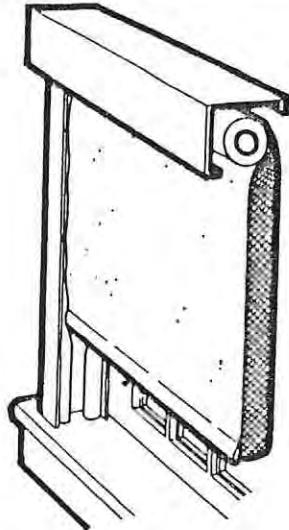


Viento 25 km/h	0,028
Vidrio 3 mm	0,003
Cámara de aire	0,125
Vidrio 3 mm	0,003
Aire inmóvil	0,113
Resistencia (R) =	<u>0,270</u> m <sup>2</sup> °C/W

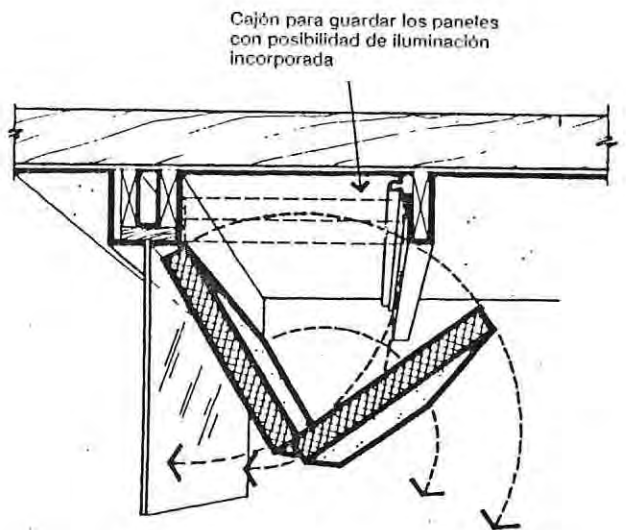


Viento 25 km/h	0,028
Vidrio 3 mm	0,003
Cámara de aire	0,125
Vidrio 3 mm	0,003
Cámara de aire	0,125
Vidrio 3 mm	0,003
Aire inmóvil	0,113
Resistencia (R) =	<u>0,400</u> m <sup>2</sup> °C/W

Los dispositivos móviles de aislamiento aptos para colocar en la cara interna de una ventana pueden ser póstigos desplazables, persianas plegables, paneles desmontables, contraventanas giratorias, cortinas o ventanas interiores dobles.



Cortina aislante pensada para disminuir las pérdidas de calor por conducción, por radiación y por infiltración de aire (rejuntado perimetral).

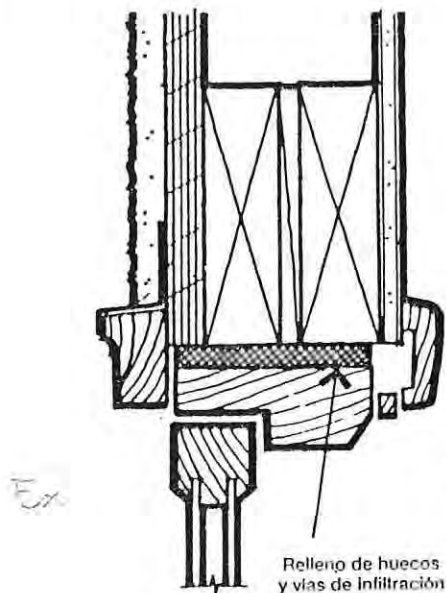


Postigo o contraventana colgado y plegable que se puede fabricar con paneles aislantes de poliestireno o de poliuretano recubiertos con una lámina de aluminio.

**E.- CONSTRUCCION**

Infiltraciones de Aire

Todas las juntas de materiales que entran en la envolvente suponen riesgos de infiltración de aire. Los detalles constructivos de las juntas varían con el tipo de construcción; la figura ilustra un ejemplo de buena ejecución.



Las causas de las infiltraciones pueden agruparse en tres categorías.

- 1.- Las entradas directas a través de la envolvente del edificio, como son los ramales eléctricos con el exterior o los conductos de ventilación;
- 2.- Las figuras o intersticios de los paramentos de la envolvente; y
- 3.- Los orificios o conducciones del interior de los muros o de los encuentros.

Así mismo, el tipo de construcción y algunos sistemas de envolvente se revelan más estancos a las infiltraciones que otros; el índice de infiltración por una pared de ladrillo se rebaja la centésima parte si recibe un recubrimiento de yeso. Una mano de pintura plástica reduce aún las infiltraciones de aire al 50% y tres manos de pintura al aceite bien aplicado lo hacen al 28%.

Una pared de albañilería de ladrillo, enyesará y pintada, tiene un índice de infiltración despreciable.

Una barrera antivapor continua y bien ajustada (con cinta adhesiva en todos los encuentros) tendrá efectos similares en las construcciones livianas con estructura de madera.

Por los techos se producen muchas pérdidas de calor; este hecho, raramente atendido, se palió instalando una barrera antivapor continua encima de los mismos.

Una fuente importante por pérdida de calor se produce por infiltración en contornos de marcos de puertas y ventanas. Estas pueden controlarse incorporando vestíbulos de entrada, ventanas o puertas dobles, pantallas protectoras y dando una orientación apropiada a las aberturas. estos índices de infiltración se reducen,

por otra parte, en magnitudes importantes poniendo extrema atención en las entregas y juntas de los elementos practicables.

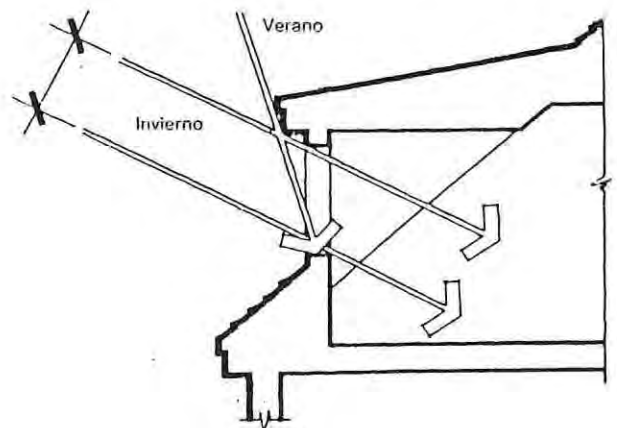
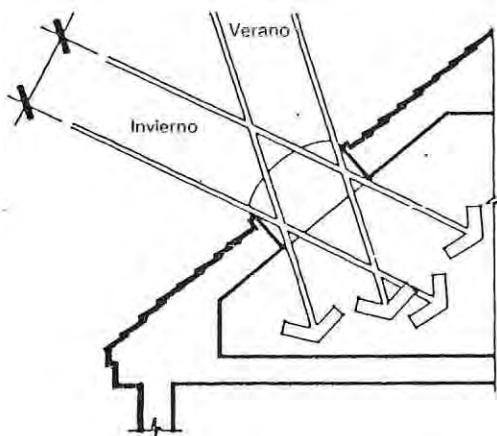
### V.3.- DISEÑO BIOCLIMATICO

#### TIPOLOGIAS DE USO DE LA ENERGIA SOLAR PASIVA

##### a.- Vanos y Aleros

En la mayoría de los climas se puede rebajar considerablemente las necesidades de calefacción de un edificio incrementando las superficies acristaladas con orientación norte.

Así, por ejemplo, una claraboya colocada en una cubierta inclinada según el ángulo aproximadamente igual a la latitud del lugar, tanto transmitirá la radiación solar de invierno como la de verano. En cambio, los acristalamientos verticales, como las ventanas amansardadas, van en favor del sol de invierno y en detrimento del de verano.



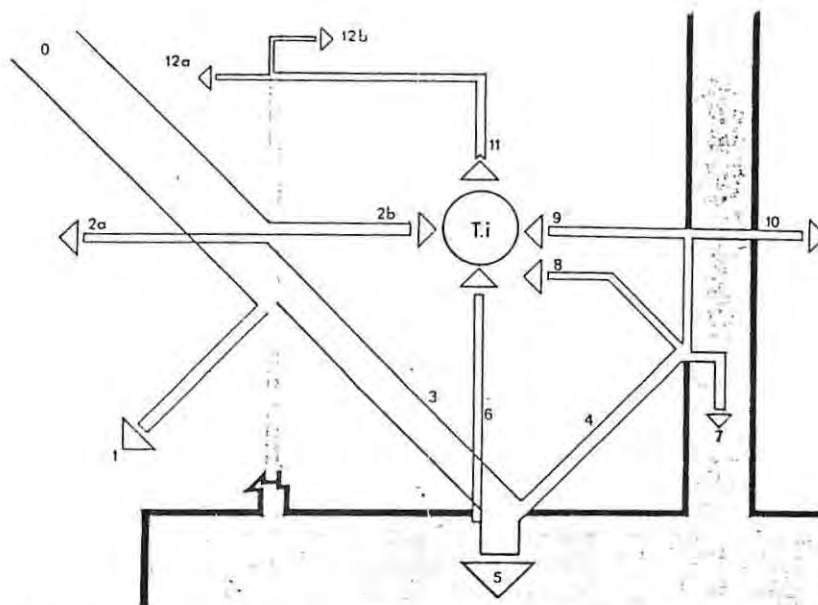
Una manera de ampliar la ganancia solar en el interior de un edificio es instalándose una cubierta de pendiente única que asciende en dirección a la orientación norte. Con esta solución se sacará provecho de una fachada sur de mayor entidad donde situar superficies acristaladas más grandes.

Las ganancias solares de invierno pueden asimismo aumentarse gracias a la reflexión de la radiación incidente por medio de superficies de cubierta o de terrazas convenientemente situadas cerca de las ventanas. Con intención de controlar el sobrecalentamiento que estas superficies acristaladas puedan experimentar en verano se debe prever la existencia de aleros cuyo diseño responda a esta finalidad.

En la mayoría de los casos, una ventana orientada de forma conveniente será un excelente colector de radiación solar, teniendo en cuenta el hecho de que las temperaturas que entran en juego son bajas, puesto que se aproximan a las temperaturas ambientales.

Así, para una latitud dada, la cantidad de energía que atraviesa una ventana depende:

- Del medio ambiente exterior.
- de su exposición.
- del tipo de vidriera utilizado
- de la presencia de posibles parasoles u otras protecciones.

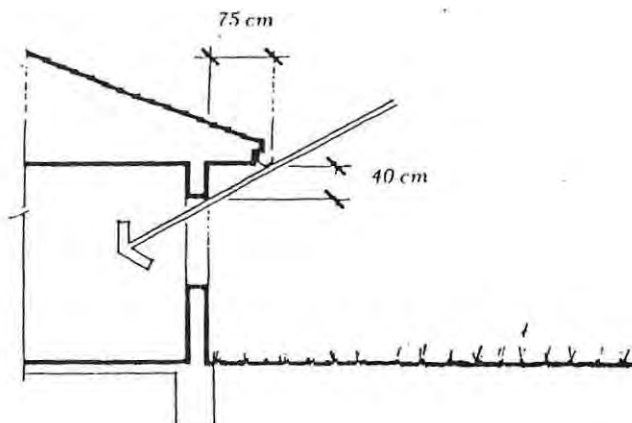


- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>0 FLUJO SOLAR INCIDENTE</li> <li>1 FLUJO SOLAR REFLEJADO POR LA VIDRIERA</li> <li>2 FLUJO SOLAR ABSORBIDO</li> <li>  a) REEMITIDO HACIA EL EXTERIOR</li> <li>  b) REEMITIDO HACIA EL INTERIOR</li> <li>3 FLUJO SOLAR TRANSMITIDO</li> <li>4 FLUJO SOLAR REFLEJADO POR EL SUELO</li> <li>5 CALOR ABSORBIDO Y ALMACENADO POR EL SUELO</li> <li>6 CALOR ABSORBIDO REEMITIDO POR EL SUELO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>7 CALOR ABSORBIDO Y ALMACENADO POR EL MURO</li> <li>8 FLUJO SOLAR REFLEJADO POR EL MURO</li> <li>9 CALOR REEMITIDO POR EL MURC HACIA LA HABITACIÓN</li> <li>10 CALOR REEMITIDO POR EL MURC HACIA LA PARTE DE ATRÁS</li> <li>11 CALOR RESULTANTE</li> <li>12 CALOR RESULTANTE ABSORBIDO POR LA VIDRIERA</li> <li>  a) REEMITIDO HACIA EL EXTERIOR</li> <li>  b) REEMITIDO HACIA EL INTERIOR</li> </ul> |
|---|--|

Visualización del balance de los flujos térmicos radiantes a través de un ventanal para un local.

Los aleros de cubierta son medios eficaces para proyectar sombras en muros y aberturas.

Para latitudes medias (30° a 50°) un alero de 75 cm a 40 cms, por encima del marco superior de las ventanas convencionales supondrá un control satisfactorio de sol de verano en fachadas orientadas a mediodía.



## B.- MUROS ACUMULADORES Y MURO TROMBE

Los muros acumuladores tienen la función de captación, acumulación-desfasaje y de restitución del calor irradiante del sol.

**Función de Captación:** El balance radiativo del muro. Este balance esta ligado a la latitud del lugar, a la configuración del lugar, a la orientación e inclinación del muro, al factor de transmisión de la cubierta transparente y al factor de absorción de la superficie del muro.

### a.- Latitud, orientación e inclinación.

Sea cual fuere la latitud, la mejor orientación para la captación será siempre la más próxima al norte, tendiendo la inclinación hacia la vertical cuando la latitud aumenta.

### b.- Configuración del lugar.

El lugar interviene en el balance radiativo del muro por los posibles obstáculos que afectan a la duración real del sol (montañas, colinas, árboles, edificios próximos) y por el albedo del suelo circundante (césped, terreno seco, superficie de agua, etc.). En el caso de superficie de agua o terreno nevado, la cantidad de radiación reflejada puede alcanzar valores que inciden hasta en un 50% en la radiación directa.

c.- Factor de transmisión de la cubierta.

Es la misma del vidrio, que varía esencialmente con el ángulo de incidencia.

d.- Factor de absorción de la superficie.

Este debe ser el más próximo a 1. teniendo en cuenta los valores ya elevados del factor de absorción del hormigón (0,8) el hecho de revestir el muro de una capa de pintura negra mate se hace ganar en la mejor hipótesis más que un 10% de absorción, que a pesar de todo es importante, pero no capital. Se puede pintar el muro de otro color (rojo oscuro, - marrón, azul oscuro, etc.) evitando los colores claros.

#### **FUNCIONES DE ALMACENAMIENTO Y RESTITUCION:**

##### **Balance Térmico de los Muros Colectores.**

La energía absorbida por el muro calienta su superficie externa y después su masa y el calor emigra a través - del muro por conducción y llega a la cara interna después de cierto tiempo y con algún amortiguamiento.

La amplitud del flujo térmico transmitido disminuye con relación a la amplitud del flujo que entra y el factor de amortiguamiento es la relación de estas dos amplitudes.

Entre el momento en que la temperatura exterior alcanza su valor máximo y el momento en que la temperatura de superficie interna alcance la suya, transcurre cierto tiempo: es el desfasaje.

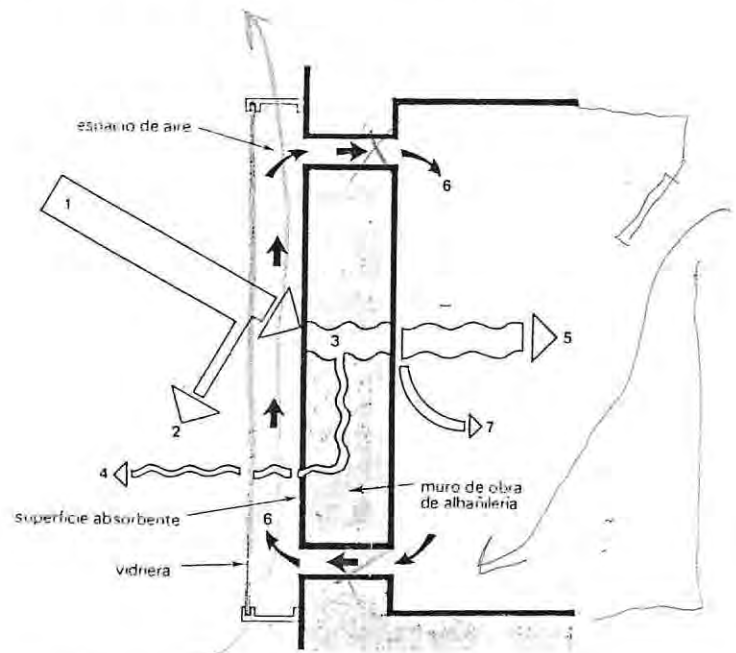
Este depende de las variables de conductividad térmica,

de la capacidad térmica de volumen y el espesor del muro.

Las características de los muros colectores debe - rán escogerse de forma que el desfase sea del or - den de 6 a 8 horas, para aprovechar así el calenta - miento máximo de la cara interna del muro al prin - cipio de la noche.

El muro colector actúa como un desfaseador y un amor - tiguador de las ondas de calor exteriores y permi - te que el ambiente interior se beneficie de aporta - ciones caloríficas en los momentos en que el sol - está ausente, prolongándose así en forma eficaz el sol útil.

Lo mismo ocurre con el máximo frío alcanzado poco antes de la salida del sol y transmitido al inte - rior en medio del día: por esto es acertado dispo - ner de una protección térmica nocturna que eleve - este mínimo a valores no perjudiciales para el ba - lance térmico del local y para el confort térmico de usuario.

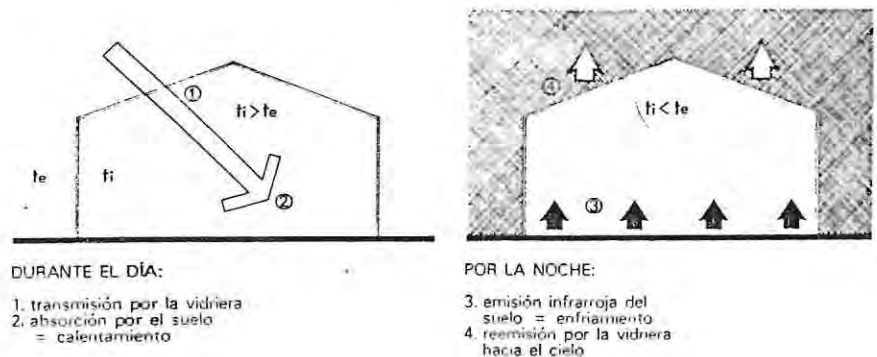


- 1 RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE
- 2 RADIACIÓN REFLEJADA POR LA VIDRIERA (PERDIDA)
- 3 FLUJO ABSORRIDO POR EL MURO
- 4 RADIACIÓN EMITIDA POR EL MURO (PERDIDA)
- 5 FLUJO RADIANTE RESTITUIDO POR EL MURO DESPUÉS DEL DEFASAJE
- 6 FLUJO CONVECTIVO INSTANTÁNEO
- 7 CONVECCIÓN DE SUPERFICIE

## C. LOS INVERNADEROS

En período de insolación, el invernadero hace la función de película transparente selectiva, lo que se conoce como "efecto invernadero", es decir, que deja pasar íntegramente la radiación solar, y que intercepta la radiación de gran longitud de onda emitida por las superficies absorbentes.

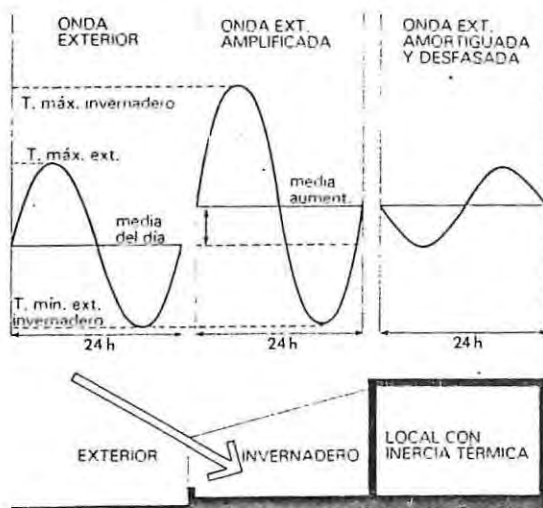
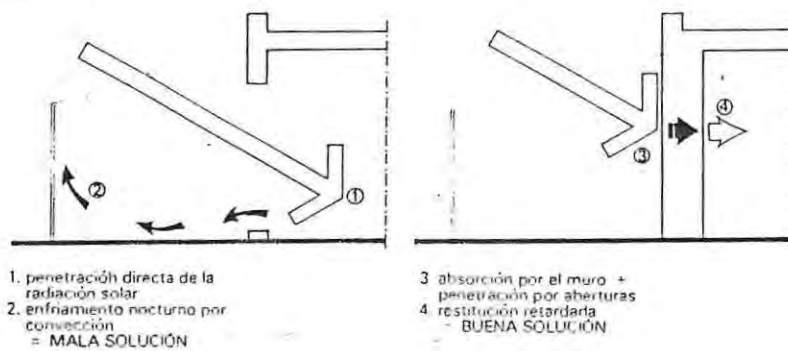
Con cielo claro, las superficies acristaladas próximas a la horizontal son capaces de emitir grandes cantidades de energía, incluso en pleno día, porque no olvidemos que el vidrio, que es un buen absorbente de radiación, también es un buen emisor de esta misma radiación. De día, el balance permanece positivo gracias a la intensidad de la radiación solar, pero por la noche el balance rápidamente se vuelve negativo y todo el beneficio calorífico del día se pierde y se transforma en déficit.



Esquema de funcionamiento térmico de un invernadero.  
El invernadero es un espacio amplificador de las fluctuaciones térmicas exteriores.

Muchos arquitectos bioclimáticos consideran el invernadero como un verdadero colector solar que hace también el papel de espacio-tapón. En realidad, el invernadero funciona como espacio amplificador de las oscilaciones térmicas exteriores.

Hemos visto que a toda captación de la radiación solar debe ir ligado un almacenamiento, o por lo menos con sistema de desfase y de acumulación de algunas horas. Al ser el aire incapaz de realizar esta función debido al reducido calor de su masa como de su escasa densidad, el invernadero debe ir acompañado de una masa térmica absorbente, como un suelo pesado o un muro pesado. El muro constituye la mejor solución, porque además de recuperar más fácilmente sus pérdidas por la noche ofrece una protección con respecto al ambiente bastante frío que reina en el invernadero, restituyendo el calor absorbido durante el día.



#### Invernadero y arquitectura.

Más vale asociar el invernadero a una fuerte inercia del edificio que ponerlo directamente en contacto con el ambiente interior. Asociación invernadero/inercia térmica: cómo es posible beneficiarse del efecto de amplificación del invernadero sin soportar sus inconvenientes (aquí no se tienen en cuenta las aportaciones directas eventuales que, en la realidad, se unen con al onda exterior defasada para dar un perfil de aportaciones más regular).

Los invernaderos pueden resultar una solución óptima - para la vivienda social ya que estos pueden ser utilizados por sus habitantes para cultivos caseros que - aporten, además de los beneficios de energía solar, un sustento renovable en directo beneficio de la economía del grupo familiar.

#### D. ESPACIOS INTERMEDIOS

Los patios, las galerías y cualquier otro espacio exterior protegido pueden contribuir al confort de los - espacios interiores mientras proporcionan también unas zonas habitables gratas.

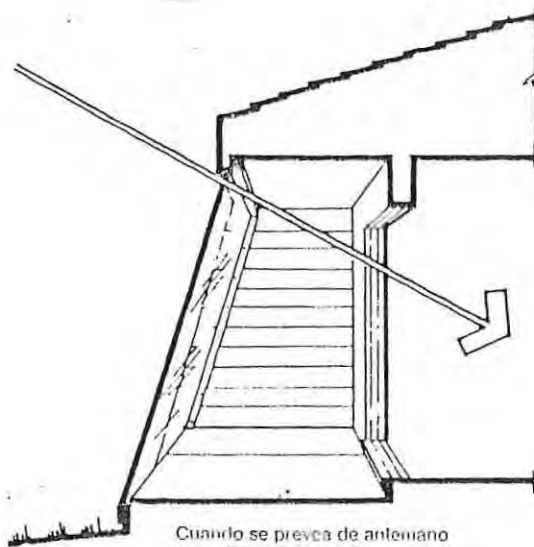
En verano, por ejemplo, las galerías y patios cubiertos arrojan sombra sobre los muros y accesos del edificio, de suerte que la temperatura del aire exterior será localmente más baja ofreciendo a la vez una reducción de la transmisión del calor a través de los muros y la posibilidad de climatizar mediante ventilación natural.

Los patios ajardinados y, eventualmente dotados de fuentes o mecanismos de pulverización de agua producen un efecto de enfriamiento por evaporación, fenómeno que atenúa la temperatura del aire exterior.

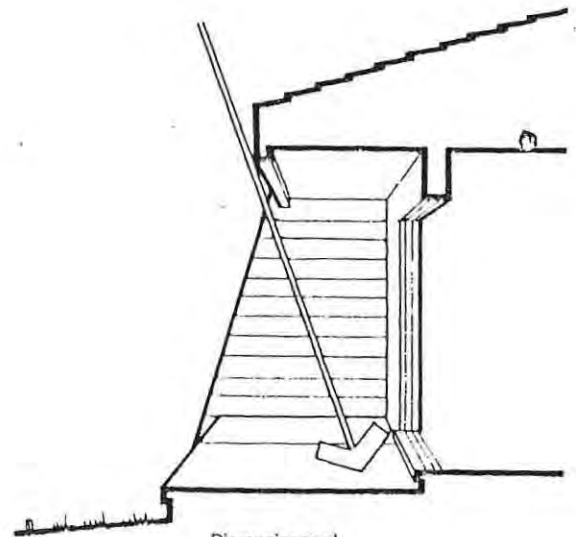
Los espacios interiores pueden ser igualmente benéficos en invierno: La envoltura del edificio puede concebirse para que forme "bolsas de sol" que aprovechen las radiaciones de sol de invierno con el objeto de caldear zonas exteriores cercanas al edificio. La ventaja que se saca es doble: La posibilidad de aumentar el tiempo

de utilización de las zonas exteriores y la creación de microclimas más templados próximos a la envoltura con la consiguiente reducción de las pérdidas de calor del interior.

Otros elementos que colaboran a caldear los accesos a una casa son la vegetación, los aleros de la cubierta, los muros corta vientos y los invernaderos temporales.



Cuando se prevea de antemano es posible adosar un invernadero mediante un plástico sujeto por listones.



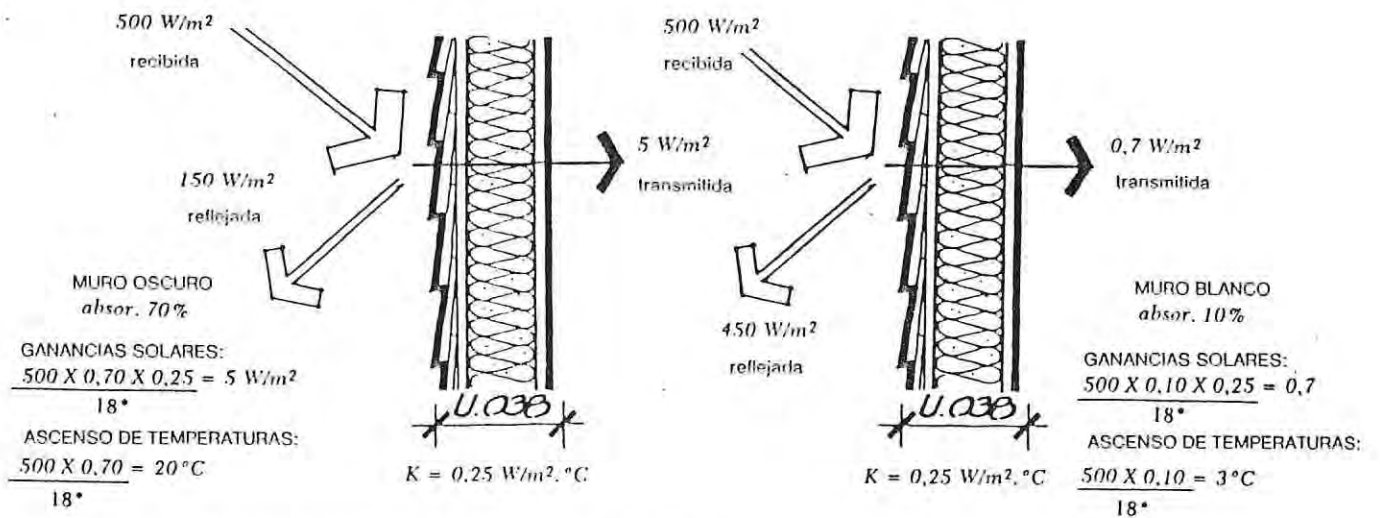
Dimensionar el voladizo para proteger del sol de verano

## E. EL COLOR

Cuando la superficie de un material opaco recibe radiación solar, una parte de la misma es reflejada y la restante absorbida. Al porcentaje de radiación incidente - que se refleja se le denomina reflectividad o coeficiente de reflexión y al absorbido se le llama "Absorbicidad" o coeficiente de absorción. en materiales opacos la suma de estos dos coeficientes debe dar el 100%. Los materiales transparentes o translúcidos transmiten la mayoría de la radiación solar.

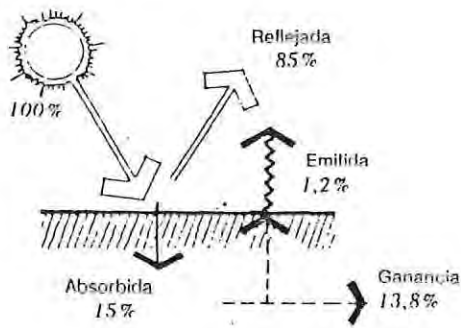
Es sabido que las cubiertas pintadas de blanco conservan las casas más frescas en verano (pero también en invierno).

En la figura se compara un muro de superficie exterior oscura con otro que la tiene blanca. Hay que tener en cuenta que en un muro adecuadamente aislado el efecto que pueda desprenderse del calor superficial es insignificante.



\*18 W/m<sup>2</sup> °C: coeficiente de conductancia térmica superficial (viento de 12 km/h)

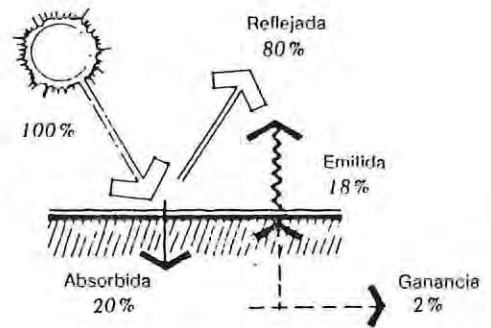
Una superficie de aluminio pulimentado refleja casi toda la radiación que recibe. Como tiene una baja emisividad, se calentara más que una superficie pintada de blanco. En efecto, la pintura blanca, aunque absorbe más radiación que el aluminio pulimentado, es un excelente emisor de calor (material selectivo frío), pero, en definitiva su ganancia de calor es exigua.



SUPERFICIE PULIMENTADA DE ALUMINIO  
 Reflectividad = 0,85  
 Absorbicidat = 0,15  
 Emisividad = 0,08  
 Radiación emitida = absorbicidat × emisividad

$$15\% \times 8\% = 1,2\%$$

Ganancia neta = absorbicidat - emisividad  
 Ganancia neta = 15% - 1,2% = 13,8%

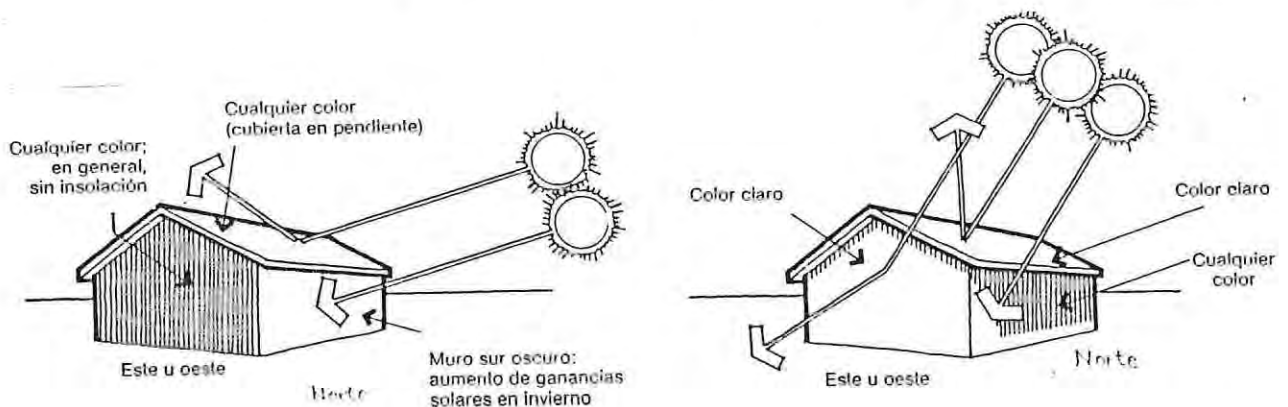


SUPERFICIE PINTADA DE BLANCO  
 Reflectividad = 0,80  
 Absorbicidat = 0,20  
 Emisividad = 0,91  
 Radiación emitida = absorbicidat × emisividad

$$20\% \times 91\% = 18\%$$

Ganancia neta = absorbicidat - emisividad  
 Ganancia neta = 20% - 18% = 2%

En una vivienda, el sol de verano afecta sobre todo a la cubierta y a los muros este y oeste. La fachada norte recibe poca radiación si se ha previsto un alero.



En cambio el sol de invierno se concentra especialmente en la fachada norte. La cubierta (si tiene poca pendiente) recibe escasa radiación solar y los muros este y oeste todavía reciben menor exposición.

Un muro norte oscuro facilita la obtención de cierta -  
ganancia solar en invierno, pues su ascenso de temperau-  
tura disminuirá las pérdidas de calor del interior ha-  
cia el exterior.

## VI. EVALUACION DE LA INVESTIGACION

El principal objetivo de esta investigación era entregar principios de arquitectura bioclimáticas adaptados a la vivienda social.

Frente a este objetivo, más que una recopilación de conocimientos, este estudio implica un compromiso como futuro arquitecto.

La arquitectura bioclimática es totalmente aplicable a la construcción de viviendas sociales en Chile, ya que no demanda inversiones prohibitivas de capitales sino, más bien un conocimiento de sus principios y una conciente aplicación de estos a las propuestas que los arquitectos entreguen.

También es necesario para un óptimo resultado, la educación que se entregue a los futuros habitantes de estas viviendas, pues si bien se trata de una arquitectura solar pasiva es necesario que los individuos que la ocupen tengan una participación activa y constante ya que sin su intervención la casa bioclimatizada no funciona e incluso puede responder negativamente frente a los requerimientos térmicos diarios.

esta arquitectura corresponde a un modo distinto de ocupación de la vivienda y, en realidad, no es más que un instrumento de una forma distinta de vivir y de consumir.

Este estudio es un primer paso para luego entregar, con el ejercicio de nuestra profesión un mejoramiento real del nivel de vida de los habitantes de la vivienda social en Chile.

BIBLIOGRAFIA

- |    |                                    |  |
|----|------------------------------------|--|
| 1  | El Hábitat Bioclimático            | Roger Camous                           |
| 2  | De la concepción a la construcción | Donald Watson                          |
| 3  | Arquitectura Bioclimática          | Jean-Luis Izard<br>Alain Guyot         |
| 4  | Sol y Arquitectura                 | Patrick Bardou<br>Varoujan Arzoumanian |
| 5  | La Humedad en las Viviendas,       | Gregorio Azócar                        |
| 6! | Apuntes de ingeniería, P.U.C.      | Teresa Lobos                           |