

# UNIDAD VIII

## C- CALEFACCION



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**

# 1- CONDICIONES DE CONFORT:

## CONFORT TERMICO:

**ES LA SENSACION DE LAS PERSONAS  
CON RELACION AL MEDIO AMBIENTE.**

El objetivo del confort térmico,  
es proporcionar un parámetro de referencia,  
para valorar si las condiciones micro - climáticas de un espacio,  
son térmicamente adecuadas para una persona  
en cuanto a su respuesta fisiológica.

## SENSACION = f (Variables):

- 1- AMBIENTALES: T°aire, HR%, Mov. aire, (clima del local).
- 2- INDIVIDUALES: Actividad, vestimenta, género.

## 2- CESION DE CALOR:

### EL SER HUMANO CEDE CALOR:

- QS (seco): se produce con un  $\Delta T^\circ$ .
- QL (húmedo): se produce con un cambio de estado.

### FORMAS:

- RADIACION:
- CONDUCCION Y CONVECCION:
- EVAPORACION: } QL
- RESPIRACION: }



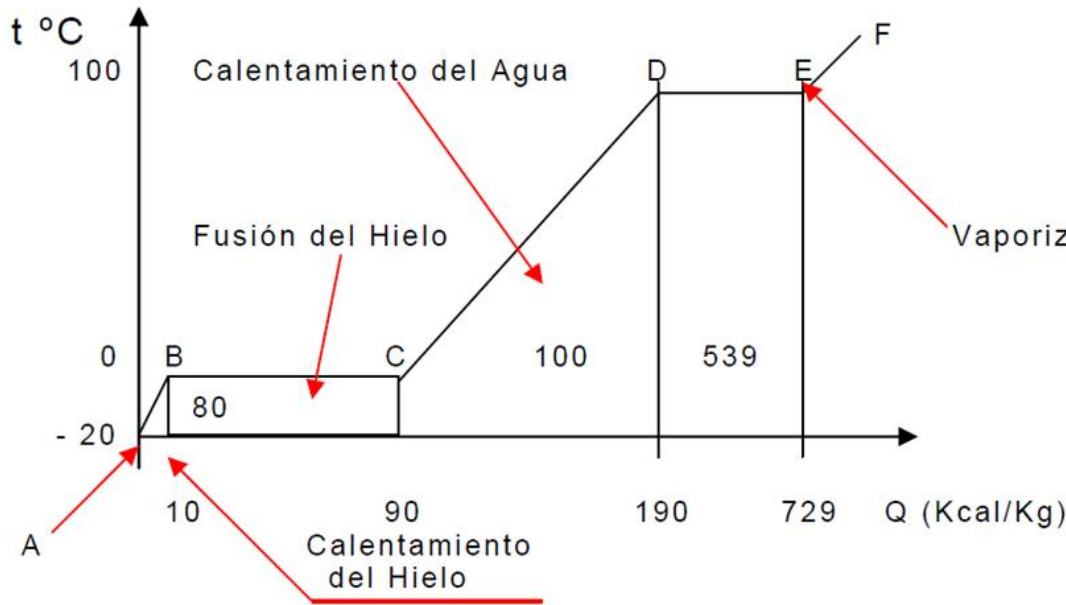
**LAS COMPONENTES DE CALOR,  
SE HALLAN REGULADOS DE MODO QUE:**

$$\Sigma QS + \Sigma QL = CTE$$



(equilibrio térmico entre el cuerpo humano y su entorno)

# 2- CESION DE CALOR:



## Resumen:

- Sustancia: 1 Kg de hielo
- Punto Inicial: - 20° C
- Elevación de Temperatura: 1° C por cada 0,5 Kcal
- Calor Específico del Hielo: 0,5 Kcal/°C Kg

- A – B: Calor Sensible:  
Elevación de temperatura de  
- 20°C a 0°C

$$Q_s = Q_e \times G \times (t_1 - t_2)$$

- B – C: Calor Latente: se agrega calor hasta fundir el Kg de hielo sin variar la temperatura

$$Q_l = Q_{lv} \times G$$

- C – D: Aumenta la temperatura 1°C por cada Kcal entregada (Calor Sensible con  $C_e = 1 \text{ Kcal/°C Kg}$ )
- D – E: Calor Latente de vaporización:  $C_{lv} = 539 \text{ Kcal/Kg}$
- E – F: Calor Sensible  $C_e = 0,48 \text{ kcal/°C Kg}$



### 3- CONDICIONES DE DISEÑO:

**Diseño bioclimático:** parámetro de control de las condiciones de habitabilidad (internas y externas).

## LOGRAR LA CONFORTABILIDAD DE UN LOCAL.

### A- INTERIOR:

**VIVIENDAS:** INVIERNO (20°C; 50%).

VERANO (24°C; 50%).

**COMERCIOS:** INVIERNO (19°C; 50%).

VERANO (26°C; 50%).

**INDUSTRIAS:** f (necesidad climática del proceso de fabricación).

TIPO DE LOCAL	T <sub>int</sub> (°C)
Viviendas	20 / 21
Oficinas	18 / 20
Local Comercial	18
Centros Comerciales	18
Pasillos – Circulaciones	15
Industrias Pesadas	15
Industrias Livianas	18
Sanitarios – Vestuarios	18
Talleres	18

## B- EXTERIOR:

### Condiciones exteriores de Cálculo

LOCALIDAD	VERANO (°C)	VERANO H.R. ( % )	INVIERNO (°C)	VERANO H.R. ( % )
MENDOZA	35	40	- 1,1	60
POSADAS	38	45	4	75
BARILOCHE	32	40	- 5,6	65
SALTA	34	40	-3	65
SAN JUAN	40	35	- 3,1	55
SAN LUIS	37	30	- 1,8	60
CIPOLETTI	35	40	- 4,2	60
SAN ANTONIO OESTE	34	40	- 3,2	60
SANTA FE	33	40	1	80
ROSARIO	36	40	0,4	80
VERA	38	40	3,2	75
SANTIAGO DEL ESTERO	39	40	0,5	65
SAN MIGUEL DE TUCUMÁN	37	45	1,1	70
RÍO GALLEGOS			- 7,2	70
PUERTO DESEADO			-5	70
PUERTO SAN JULIÁN			-7	65
USUHAIA			-12	70
RÍO GRANDE			- 11	75

## B- EXTERIOR:

<b>CONDICIONES DE CÁLCULO PARA LA PROVINCIA DE MENDOZA</b>		
<b>LOCALIDAD</b>	<b>TEMPERATURA ( °C )</b>	<b>HR ( % )</b>
ZONA URBANA	- 2	60
VISTALBA (LUJÁN DE CUYO)	- 5	60
CHACRAS DE CORIA	- 4	60
CACHEUTA	- 6	60
SAN RAFAEL	- 4	60
LAS CUEVAS	- 12	50
PUENTE DEL INCA	- 12	50
EL PLUMERILLO	- 3	65
VILLAVICENCIO	- 5	60
MALARGÜE	- 10	60
TUNUYÁN	- 5	60
SAN CARLOS	- 6	65
LAVALLE	- 3	60
LA PAZ	- 3	65
GENERAL ALVEAR	- 4	60

# 4- DIAGRAMA DE CONFORT Y T° EFECTIVAS:

- Conociendo:
- TBS y TBH.
  - HR%,
  - se determina T°e y % Personas Confortables:

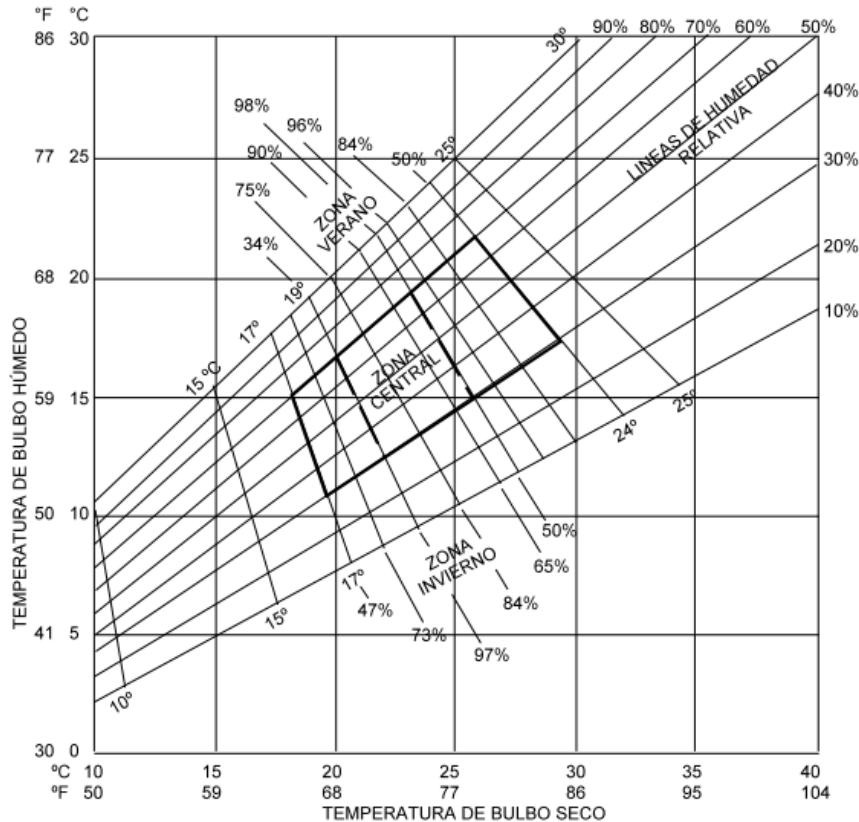
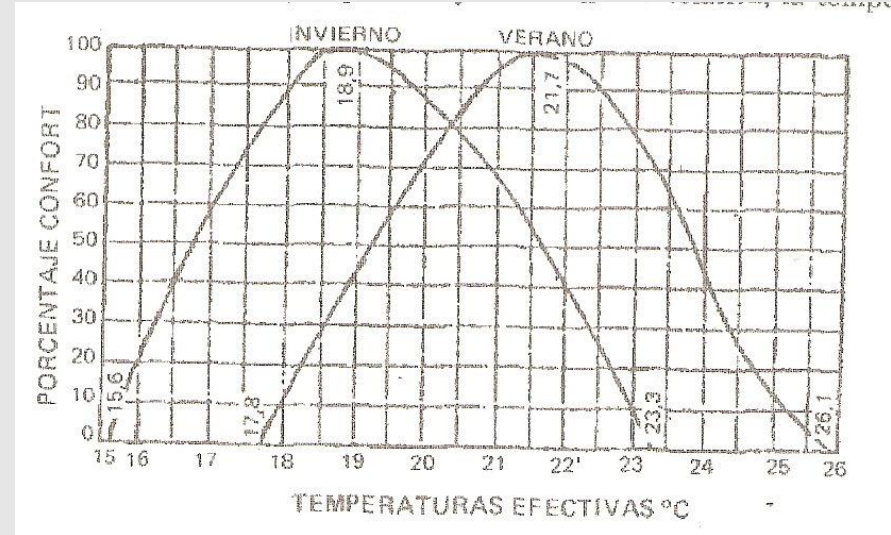


Figure 1: Diagrama de confort para Aire Acondicionado (Sheppard, J.)



T°e: Índice compuesto, que expresa en un solo valor, los tres factores (T°, HR y vel. aire), que produce igual sensación térmica.



# 5- BALANCE TERMICO DE INVIERNO:

## 5.1 OBJETO:

**Determinar la cantidad de “Q” a suministrar, para compensar las perdidas, de acuerdo a las características ambientales y de los locales, manteniendo las condiciones estables de confortabilidad**

## 5.2 PERDIDAS DE CALOR:

$$Q_T = Q_t + Q_e$$

[Kcal/h]

Qt: por transmisión.  
Qe: para compensar infiltración aire exterior.



Imagen: [www.hansenpolebuildings.com](http://www.hansenpolebuildings.com)

## 5.3 CANTIDAD DE Q POR TRANSMISION:

$$Q_t = Q_o \cdot (1 + Z_d + Z_c + Z_h) \quad [\text{Kcal/h}]$$

- $Q_o$ : pérdida por transmisión de las superficies.
- $Z_d$ : mejoramiento por interrupción del servicio.
- $Z_c$ : mejoramiento por pérdidas en cañerías y conductos.
- $Z_h$ : mejoramiento por orientación.

$$Q_o = \Sigma q_o \quad q_o = K \cdot A \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{Kcal/h}]$$

$q_o$ : cantidad Q de cada elemento de la sup. del contorno del local.



Amb. calefac.:  $t = (t_i + t_e) / 2$

Sótanos:  $t_s = (t_e + 10^\circ\text{C}) / 2$

Pisos:  $t = 10^\circ\text{C} + t_e \quad K=1 \text{ [Kcal/(hm}^2\text{°C)]}$

Imagen: *Comportamiento del calor*. Fuente: [artinaid.com](http://artinaid.com)

## 5.3 CANTIDAD DE Q POR TRANSMISION:

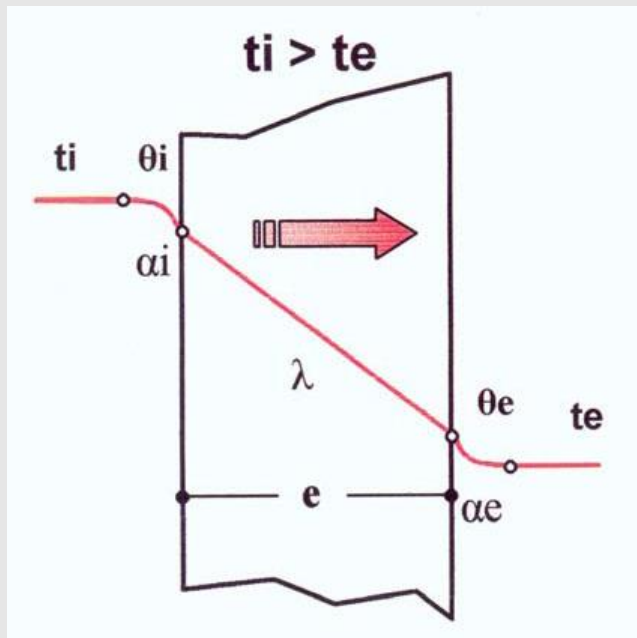
$$Q_o = \Sigma q_o$$

$$q_o = K \cdot A \cdot (t_i - t_e)$$

$$[\text{Kcal/h}]$$

**K:** coeficiente de transmitancia térmica – IRAM 11.601

**q<sub>o</sub>:** cantidad Q de cada elemento de la sup. del contorno del local.



**1ra Etapa:** Transmisión de calor desde el aire interior a la cara interna de la pared. La transferencia se realiza por convección a través de la capa del aire de contacto y por radiación de los elementos más calientes hacia la pared considerada.

**2da Etapa:** La transmisión de calor a través del cuerpo, se realiza por conducción.

**3ra Etapa:** Transmisión de calor desde el interior, de la pared hacia el aire exterior. La transferencia se realiza por convección a través de la capa del aire de contacto y por radiación de la pared considerada hacia los cuerpos más fríos que se encuentran en el exterior de la pared considerada.

$$R_t = 1 / K = (1/\alpha_i) + (e_1 / \lambda_1) + (e_2 / \lambda_2) + (e_3 / \lambda_3) + \dots + (1/\alpha_e)$$

## 5.3 CANTIDAD DE Q POR TRANSMISION:

**K: coeficiente de transmitancia térmica – IRAM 11.601**

$$R_t = 1 / K = (1/\alpha_i) + (e_1 / \lambda_1) + (e_2 / \lambda_2) + (e_3 / \lambda_3) + \dots + (1/\alpha_e)$$

### AISLACION TERMICA

Conductividad Térmica (W/m °K)

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad
Vacio		0,000
Aire		0,020
Poliuretano	30 - 60	0,022
EPS	20	0,035
Lana de vidrio	8 - 30	0,042
Granulado volcanico	30 - 130	0,054
Mortero cementicio de granulado	700	0,180
Hormigon	2000	1,100

POLIURETADO EXPANDIDO (1,00)

POLIESTIRENO EXPANDIDO (1,59)

LANA DE VIDRIO (1,91)

GRANULADO VOLCÁNICO (2,45)

GRANULADO VOLCÁNICO AMASADO CON CEMENTO (8,20)

MAMPOSTERÍA DE LADRILLO (41,00)

HORMIGÓN ARMADO (64,00)

### 5.3.1 SUPLEMENTO POR INTERRUPCION SERVICIO (Zd):

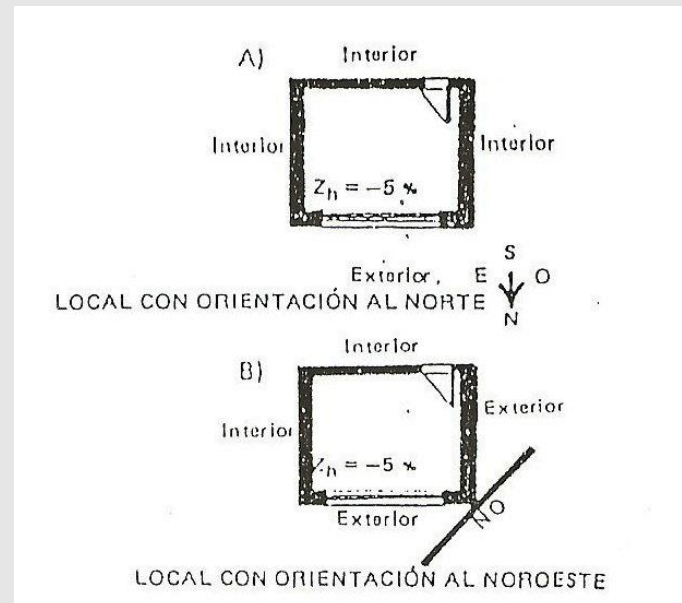
**ES EL Qnec. PARA LLEVARLO A REGIMEN CONTINUO**

- Servicio Ininterrumpido (viviendas): 7%
- Interrupción de 8 a 12 hs (comercios): 15%
- Interrupción de 12 a 16hs (fábricas): 25%

### 5.3.2 SUPLEMENTO POR ORIENTACION (Zh):

**SE TIENE EN CUENTA LA EXPOSICION SOLAR**

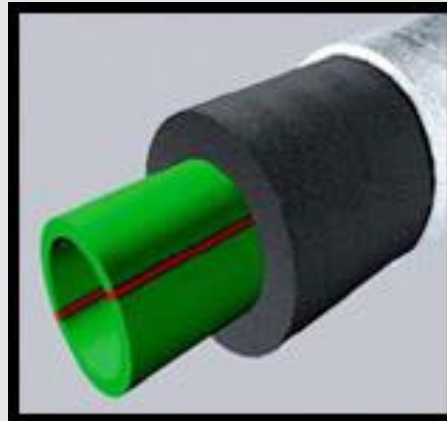
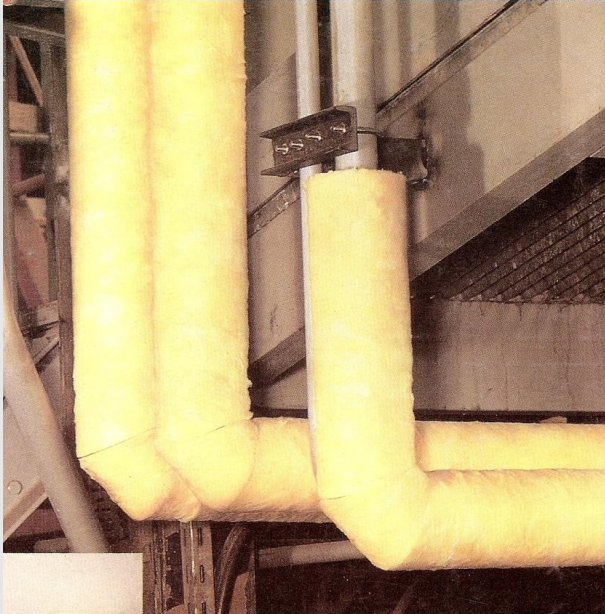
- E; O: 0%
- N; NE; NO: -5%
- S; SE; SO: 5%





### 5.3.3 SUPLEMENTO POR PERDIDAS EN CONDUCTOS (Zc):

**$Z_c = f$  (características de la aislación): 5 a 10 %**



## 5.4 CANTIDAD Q DE PERDIDA POR INFILTRACION DE AIRE:

$Q_e = f$  (hermeticidad, diferencia presión de aire ext. e int.)

$$Q_e = 0.3 \cdot C_a \cdot (t_i - t_e)$$

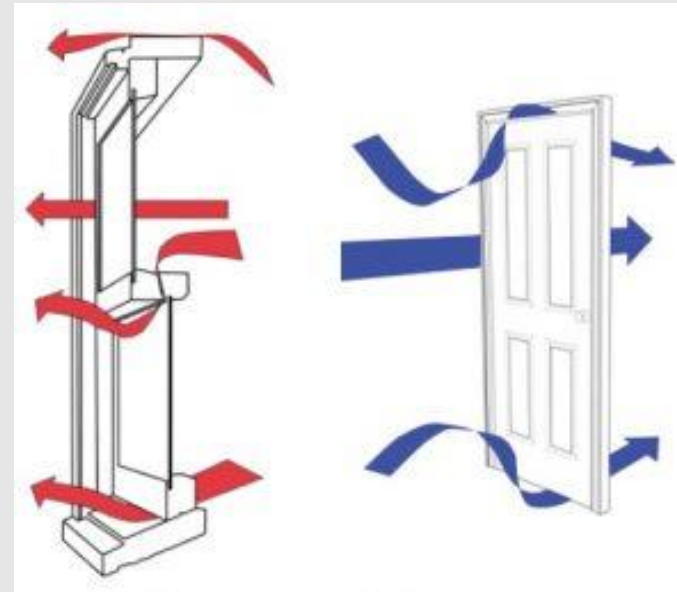
$$C_a \text{ [m}^3/\text{min]}$$

- Método de la rendija:  $\text{Vol} = n \text{ [m}^3/(\text{h.m})] \cdot \text{Long}$
- Renovaciones de aire:  $\text{Vol} = nr \cdot \text{vol local}$

Clase de local

Nº (renovación por hora de aire del local)

- |  |     |
|--|-----|
| • Sin paredes exteriores   | 0,5 |
| • Una pared exterior con ventana normal                              | 1   |
| • Dos paredes exteriores con ventana normal o una con ventana grande | 1,5 |
| • Con más paredes exteriores   | 2   |



## EJEMPLO BALANCE TÉRMICO PARA CALEFACCIÓN

### 1- DATOS:

- |                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| a. Ubicación:                        | Buenos Aires         |
| b. Temperatura $T_i$ :               | 20 °C                |
| c. Temperatura $T_e$ :               | 0 °C                 |
| d. Altura del Local:                 | $h = 2.70 \text{ m}$ |
| e. Techo exterior                    |                      |
| f. Servicio interrumpido (No auto.): | 7 %                  |
| g. Pérdidas por cañerías:            | $Z_c = 10 \%$        |

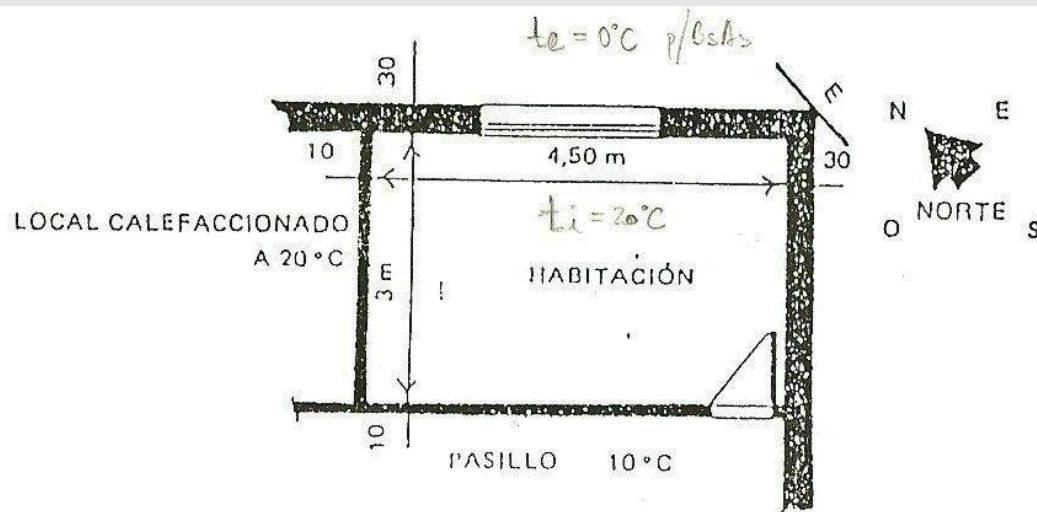


FIG. 3-III.

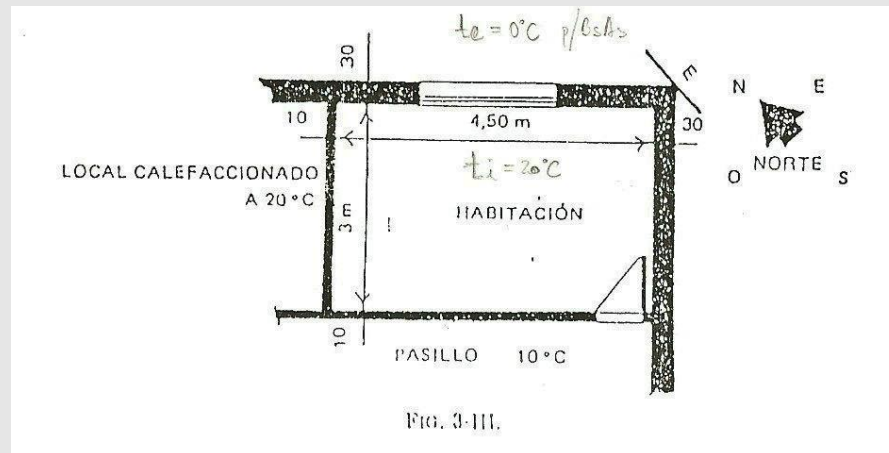


## 2- CARACTERÍSTICAS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS:

- Pared exterior, ladrillos macizos ( $e=0.3\text{m}$ )
- Pared interior, ladrillos huecos ( $e=0.1\text{m}$ )
- Ventana corrediza, marco chapa y hoja de aluminio.
- Piso sobre tierra.
- Techo losa, contrapiso y baldosas (1.5).

## 3- CONSIDERACIONES:

- Locales no calefaccionados:  $t'_i = (t_e + t_i) / 2$
- No existen pérdidas entre locales calefaccionados.
- Se consideran las puertas interiores incluidas dentro de la sup. de la pared.
- Piso sobre tierra:  $k = 1$  y  $t_s = t_e + 10\text{ }^\circ\text{C}$ .
- Nº de renovaciones por infiltración: dos paredes exteriores y ventana  $\rightarrow 1.5$
- No se considera para el cálculo, aportes de  $Q$  por personas, iluminación  $\Rightarrow$  situación más desfavorable.
- Para el  $K$  de vidrios: se restan los de la pared  $\Rightarrow$  simplifico el cálculo, ya que computo pared completa sin restar el área del vidrio.



#### 4- CALCULO PERDIDA POR TRANSMISIÓN DE SUPERFICIES:

T.3-I

LOCAL	DESIG.	ORIENTACIÓN	AREA	k	$\Delta t$	qo
			m <sup>2</sup>	Kcal(h.m <sup>2</sup> .°C)	°C	Kcal / h
HAB.	E30	NE (4.5 x 2.7)	12.15	1.62	20	394
	E30	SE (3 x 2.7)	8.1	1.62	20	262
	I10	(4.5 x 2.7)	12.15	2.4	10	292
	V30	NE (2 x 2.1)	4.2	(5-1.62)=3.38	20	284
	PISO	(4.5 x 3)	13.50	1	10	135
	TECHO	(4.5 x 3)	13.50	1.5	20	405

$$Q_o = \Sigma q_o$$

$$= 1772 \text{ Kcal / h}$$

$$Q_t = Q_o \times (1 + Z_d + Z_h + Z_c) = 1772 \times (1 + 0.07 + 0 + 0.1) = 2073 \text{ Kcal / h} \quad Z_h (E) = 0 \%$$

#### 5- CANTIDAD Q POR INFILTRACIÓN DE AIRE:

$$Q_e = 0.3 \times n^\circ \text{ renov. / h} \times \text{vol. Local} \times (T_i - T_e)$$

$$Q_e = 0.3 \times 1.5 \text{ renov / h} \times (4.5 \times 3 \times 2.7) \times 20^\circ \text{C} = 328 \text{ Kcal / h}$$

#### 6- CANTIDAD Q TOTAL: $Q_T = Q_t + Q_e = 2073 \text{ kcal / h} + 328 \text{ kcal / h} = 2401 \text{ Kcal / h}$

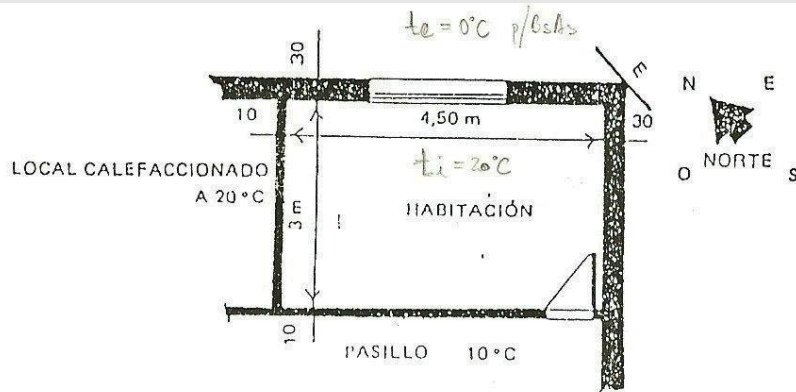


FIG. 3-III.

Clase de local	Nº (renovación por hora de aire del local)
• Sin paredes exteriores	0,5
• Una pared exterior con ventana normal	1
• Dos paredes exteriores con ventana normal o una con ventana grande	1,5
• Con más paredes exteriores	2