

BALANCE TÉRMICO

Recopilación: Adscripta Julia Barbato

CONFORT TÉRMICO

- El cuerpo humano genera continuamente una cierta cantidad de calor para mantener la temperatura del cuerpo.
- El confort térmico es la sensación de bienestar del ser humano respecto al medio en el que vive, o desarrolla una actividad. Significa que el intercambio de calor de la persona con el medio es tal que la sensación es de bienestar.
- Cuando los mecanismos naturales con que el cuerpo responde al medio externo no resultan suficientes, es deseable generar por medios artificiales una condición de mayor bienestar.

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO

- Es la producción de un microclima artificial en el que se controlan, total o parcialmente:
 - La temperatura
 - La humedad
 - La velocidad del aire y su calidad
- Dicho control se realiza mediante las instalaciones de acondicionamiento térmico, que son:
 - La VENTILACIÓN
 - La CALEFACCIÓN
 - La REFRIGERACIÓN

PARÁMETROS HIGROTÉRMICOS CONDICIONES DE BIENESTAR

- **TEMPERATURA**
 - Invierno: 18 a 23°C
 - Verano: 23 a 27°C
- **HUMEDAD RELATIVA** → 40% a 60%
- **VELOCIDAD DEL AIRE**
 - En interiores
 - Invierno: 0,0 a 0,2 m/s
 - Verano: 0,2 a 1,1 m/s
 - En exteriores
 - Invierno: 0,0 m/s
 - Verano: 1,0 a 3,0 m/s
- **EVAPORACIÓN**
 - En interiores: 0 g/h
 - En exteriores: 60 a 100 g/h

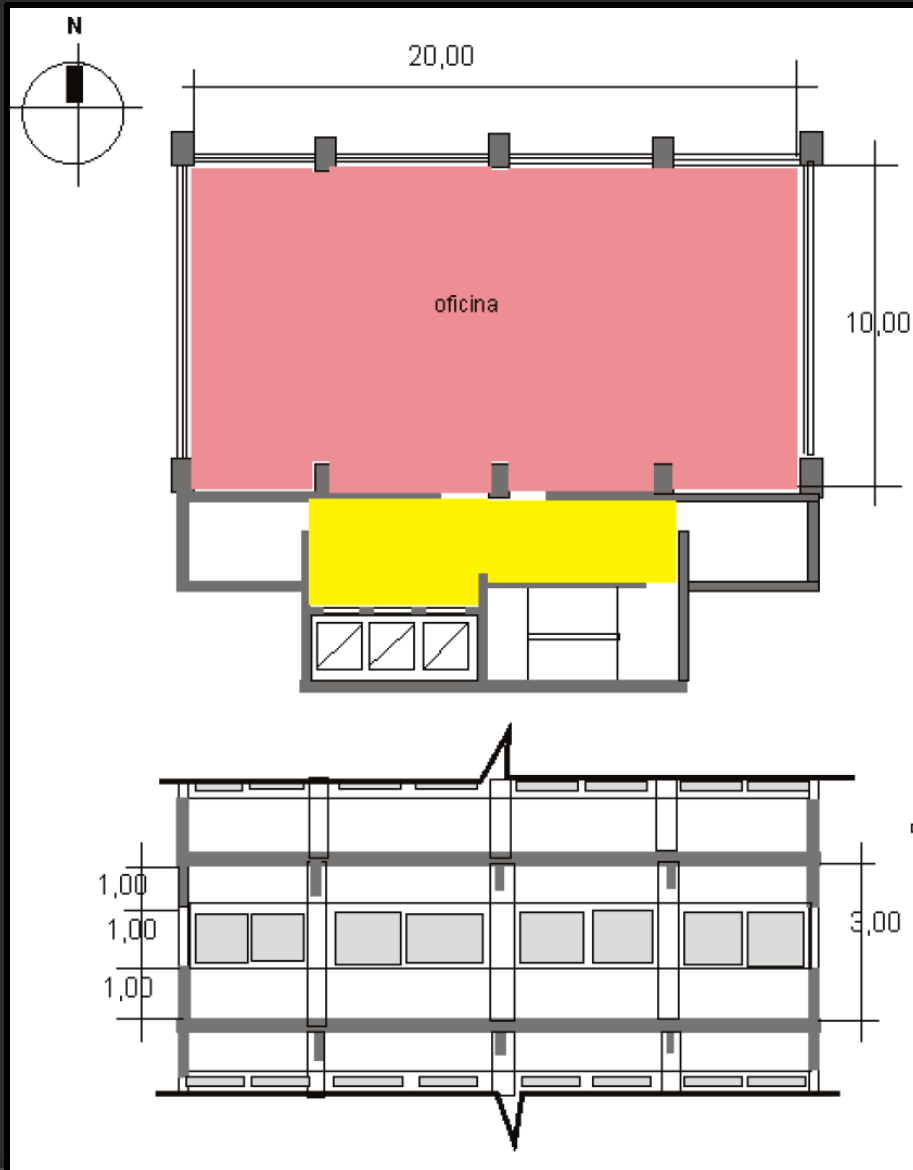
BALANCE TÉRMICO

- Es el conjunto de cálculos que se realiza para dimensionar los equipos de acondicionamiento térmico necesarios.
- El dato más importante es el de ganancias y pérdidas de calor que experimenta el local a acondicionar.
Éstas se deben a la transmisión de calor a través de los cerramientos debida a la diferencia de temperatura entre dicho local y el exterior (o los ambientes contiguos), de los materiales utilizados y de la radiación solar. Otros factores que influyen son: la emisión de calor de los ocupantes, los aparatos en funcionamiento y los artefactos de iluminación artificial.
- La energía calórica es emitida al medio en dos formas:
 - Calor Sensible: es aquel que recibe un cuerpo o un objeto y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular, y por lo tanto su estado.
 - Calor Latente: es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido o de líquido a gaseoso. Produce vapor de agua, lo que aumenta la cantidad de humedad en el ambiente.
- Existen diversos métodos para realizar el balance térmico, entre ellos:
 - Ing. N. Quadri
 - Arq. J. Czajkowski

BALANCE TÉRMICO

Ing. N. Quadri

BALANCE TÉRMICO – ING. N. QUADRI



- **Muros Exteriores:**
Mampostería 0,30 m.
 - N: Sup. 40 m²
 - E: Sup. 20 m²
 - O: Sup. 20 m²
- **Muros Interiores:**
Mampostería 0,15 m.
 - S: Sup. 60 m²
- **Vidrio Común:**
 - N: Sup. 20 m²
 - E: Sup. 10 m²
 - O: Sup. 10 m²
- **Cortina clara interior**
- **Palier, Baños y Circulación:**
Sin acondicionar

CONDICIONES DE DISEÑO

INTERIOR

Locales	verano		invierno	
	ti °C	HR %	ti °C	HR %
Viviendas, oficinas	25-26.7	50	20-21.5	50
negocios, bancos, comercios	26	50	19	50
cines, teatros	25	60	20	50
gimnasios, trab, pesados			15	
vestuarios, trab. Livianos			18	

EXTERIOR (Región Rosario)

verano		invierno	
te °C	HR %	te °C	HR %
35	40	0	80

Diferencia de Temperaturas:

- VERANO: $35^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = \underline{10^{\circ}\text{C}}$

- INVIERNO: $22^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} = \underline{22^{\circ}\text{C}}$

TRANSMITANCIA TÉRMICA DE MUROS

tipo de muro	esp. (cm)	K (Kcal/hm ² °C)
Mampostería ladrillos	30	1,62
Mampostería ladrillos	15	2,3
Pared con cámara de aire	33	1,31
Pared de ladrillos huecos 2 agujeros	15	1,95
Pared de ladrillos huecos 3 agujeros	18	1,64
Pared de ladrillos huecos 3 agujeros	28	1,3
Pared Bloque hormigón 2000 Kg/m ³	20	2,35
Pared Bloque hormigón 2000 Kg/m ³	24	1,85

DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURAS (°C)

posición	K (kcal/m ² h°C)	horas								
		6	8	10	12	14	15	16	18	20
Muros SE	2.3	2	5	16	14	10	10	10	10	9
Muros SE	1.6	4	4	5	12	10	9	9	9	9
Muros SE	0.8	5	6	6	6	10	11	10	8	8
Muros E	2.3	2	8	19	20	10	10	10	10	9
Muros E	1.6	5	6	10	16	16	14	12	10	10
Muros E	0.8	8	8	8	8	12	13	12	11	10
Muros NE	2.3	3	5	14	18	16	14	12	10	9
Muros NE	1.6	6	6	6	11	12	13	12	10	9
Muros NE	0.8	7	7	7	7	10	11	11	11	10
Muros N	2.3	2	2	2	9	16	14	17	14	9
Muros N	1.6	5	5	5	5	9	11	12	12	10
Muros N	0.8	6	6	6	6	6	6	8	11	12
Muros NO	2.3	4	4	4	4	9	16	20	23	21
Muros NO	1.6	6	6	6	6	7	9	10	15	16
Muros NO	0.8	7	7	7	7	7	7	7	8	12
Muros O	2.3	4	4	4	5	8	13	17	25	22
Muros O	1.6	6	6	6	6	7	8	9	14	18
Muros O	0.8	8	8	8	8	8	8	8	9	10
Muros SO	2.3	1	1	1	4	6	8	9	19	21
Muros SO	1.6	5	5	5	5	5	5	6	9	14
Muros SO	0.8	6	6	6	6	6	6	6	7	8
Muros S	2.3	1	1	1	3	6	7	8	10	9
Muros S	1.6	2	2	2	2	4	4	5	5	7
Muros S	0.8	2	2	2	2	2	3	4	5	6
Techos	2.3	5	5	6	11	18	21	24	26	22
Techos	1.6	8	8	8	11	18	20	22	25	23
Techos	0.8	10	10	10	11	17	18	20	23	22

EFECTO SOLAR PARA VIDRIADOS DE DIVERSA ORIENTACIÓN

Lat. 35° Sur (Kcal / m2h)

hora	horizontal	SE	E	NE	N	NO	O	SO	S
6	69	309	240	0	0	0	0	0	78
7	192	366	415	260	27	22	22	27	64
8	363	328	443	373	80	25	32	32	38
9	487	230	395	427	190	32	35	38	38
10	580	110	272	408	259	38	38	38	38
11	642	43	119	335	301	72	38	38	38
12	665	38	38	215	335	215	38	38	36
13	642	38	38	72	301	335	119	43	38
14	580	38	38	38	259	408	272	110	38
15	487	38	35	32	190	427	395	230	38
16	363	32	32	25	80	373	443	328	38
17	192	27	22	22	27	260	415	366	64
18	69	0	0	0	0	0	240	309	78

COEFICIENTES DE CORRECCIÓN POR PROTECCIÓN DE VIDRIADOS

Vidrio transparente	1
Vidrio esmerilado	0,8
Vidrio transp. con cortinas ext. claras	0,3
Vidrio transp. con cortinas int. claras	0,5
toldo lona clara ext.	0,2
parasoles (bien diseñados)	0,2



FES:
Factor de Exposición Solar

DISIPACIÓN DE CALOR

De Personas

Grado de actividad	sensible	latente
sentado en reposo	55	35
sentado trab. muy liviano	55	45
trabajo de oficina	55	60
trabajo liviano	60	80
trabajo pesado	80	160
trabajo muy pesado	120	200

Por Diversos Aparatos

	Watts
televisor color	300
heladera común	200
Heladera con freezer	360
ventilador	100-150
centro musical	150
plancha	700
Pc, impresoras (promedio)	300

REQUERIMIENTOS DE AIRE NUEVO

m ³ /min.persona	
Lugares de trabajo en general	0,5
Restaurantes, bares	0,8
Oficinas generales	0,5
Oficinas privadas	0,6-0,8
Bibliotecas	0,5
Boliches	1,5
Teatros, cines	0,6

- Disipación equipos:
- 300 W x 20 equipos = **6000 W**

% DE AIRE EXTERIOR PARA VENTILACIÓN

locales de gran población	25-30 %
edificios de oficinas	15-25 %
viviendas	10-20 %

20%

INVIERNO - CALEFACCIÓN

SUPLEMENTOS POR INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO

servicio ininterrumpido	7%
servicio interrumpido 8 a 12 hs.	15%
servicio interrumpido 12 a 16 hs.	25%

→ Intermittencia de Funcionamiento:
8 a 12hs. Diarias.

SUPLEMENTOS POR PÉRDIDAS POR CONDUCTOS

Suplemento por pérdidas en cond.	5-10 %
----------------------------------	--------

→ Adopto: 10%

SUPLEMENTOS POR ORIENTACIÓN

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

→ Orientación: N - E - O
Adopto: 0%

CARGAS EXTERIORES – CALOR SENSIBLE

Mampostería
0,30 m

orientación	superficie m2	K Kcal/m2h°C	dif. te °C	ganancia Kcal/h	suma parc.	acumulado
					Kcal/h	Kcal/h
N	40	1.62	11	712		
E	20	1.62	14	453		
O	20	1.62	8	259	1424	

Vidrio
(transmisión)

N	20	5.8	10	1160		
E	10	5.8	10	580		
O	10	5.8	10	580	2320	

Vidrio
(radiación solar)

orientación	superficie m2	radiación Kcal/m2h	prot.vidriado coefic	ganancia Kcal/h		
N	20	190	0.50	1900		
E	10	35	0.50	175		
O	10	395	0.50	1975	4050	

Mampostería
0,15 m (muro div.)

superficie m2	K Kcal/m2h°C	dif. te °C	ganancia Kcal/h		
60	2.3	7	966	966	8760

GANANCIA TOTAL (Calor Sensible) →

Ganancia por Conductos – 10% →

TOTAL CARGAS EXTERIOR (C. Sensible) →

8760		
876		
	9636	9636

CARGAS INTERIORES - CALOR SENSIBLE y CALOR LATENTE

20 personas x 55 Kcal/pers. Hora	→	1100	TOTAL CARGAS Calor Sensible
Ilum. 200 m ² x 20 W/m ² x 0,86	→	3440	
Disip. Equipos 6000 W x 0,86	→	5160	
TOTAL CARGAS INTERIOR (C. Sensible)	→		
		9700	19336
20 personas x 60 Kcal/pers. Hora	→	1200	Ganancia
TOTAL CARGAS INTERIOR (C. Latente)	→		TOTAL
		1200	20536

CALOR CONT. EN AIRE DE RENOVACIÓN y CALOR TOTAL

CAUDAL DE AIRE A IMPULSAR (Temp. aire impulsión = 15°C)
 $C = Q_{si} / 17 (t_i - t_{ai}) = 19336 / 17 \times (25^\circ - 15^\circ) = 19336 / 170 = 114 \text{ m}^3/\text{min.}$
 Aire exterior a incorporar (ofic.) 20 % 20 m³ / min.

CALOR SENSIBLE - Aportado por aire de ventilación	
$Q_{se} = 17 \times 20 \times 10 \text{ (kcal/h)} =$	3400
CALOR LATENTE - Aportado por aire de ventilación	
$Q_{le} = 42 \times 20 \times (h_{ee} - h_{ei}) \text{ (Kcal/h)} = 42 \times 20 \times 4 \text{ (Kcal/h)} =$	3360
TOTAL CALOR SENSIBLE + LATENTE - Aportado por ventilación	6760

TOTAL DE GANANCIAS TÉRMICAS	$20536 + 6760 \text{ Kcal/h} =$	→	27296
TAMAÑO DE EQUIPO	$27296 \text{ (Kcal/h)} / 3024 \text{ (1tt)} = 9.02 \text{ tt}$	→	9 tt

BALANCE TERMICO DE INVIERNO

CONDICIONES DE DISEÑO

Te = 0°C HR = 80 % Ti = 22°C HR = 50 %

CAUDAL DE AIRE DE RENOVACIÓN

(igual al definido para verano): 20% = 20 m³/min

T Locales no calefaccionados: 22°C + 0°C / 2 = 11°C

SUPLEMENTOS

Intermitencia de func. 8 a 12 hs diarias =	15%
Suplemento por orientación (N-E-O) adopto =	0%
Perdidas por conductos adopto =	10%
TOTAL DE SUPLEMENTOS	25%

Pérdidas por panel opaco.
Mampostería
0,30 m

orientación	superficie m ²	K Kcal/m ² h°C	dif. te °C	perdidas Kcal/h	parcial Kcal/h	acumulado Kcal/h
N	40	1.62	22	1426		
E	20	1.62	22	713		
O	20	1.62	22	713	2852	

Vidrio
(transmisión)

N	20	5.8	22	2522		
E	10	5.8	22	1276		
O	10	5.8	22	1276	5074	

Mamp. 0,15 m (muro div.)

60	2.3	11	1518	1518	9444
----	-----	----	------	------	------

Suplementos por intermitencia y Pérdida por Conductos = 25% 2361

Pérdidas por incorp. de aire exterior (20 m³/min) Q_{se} = 17 x 20 x 22 (kcal/h) = 7480

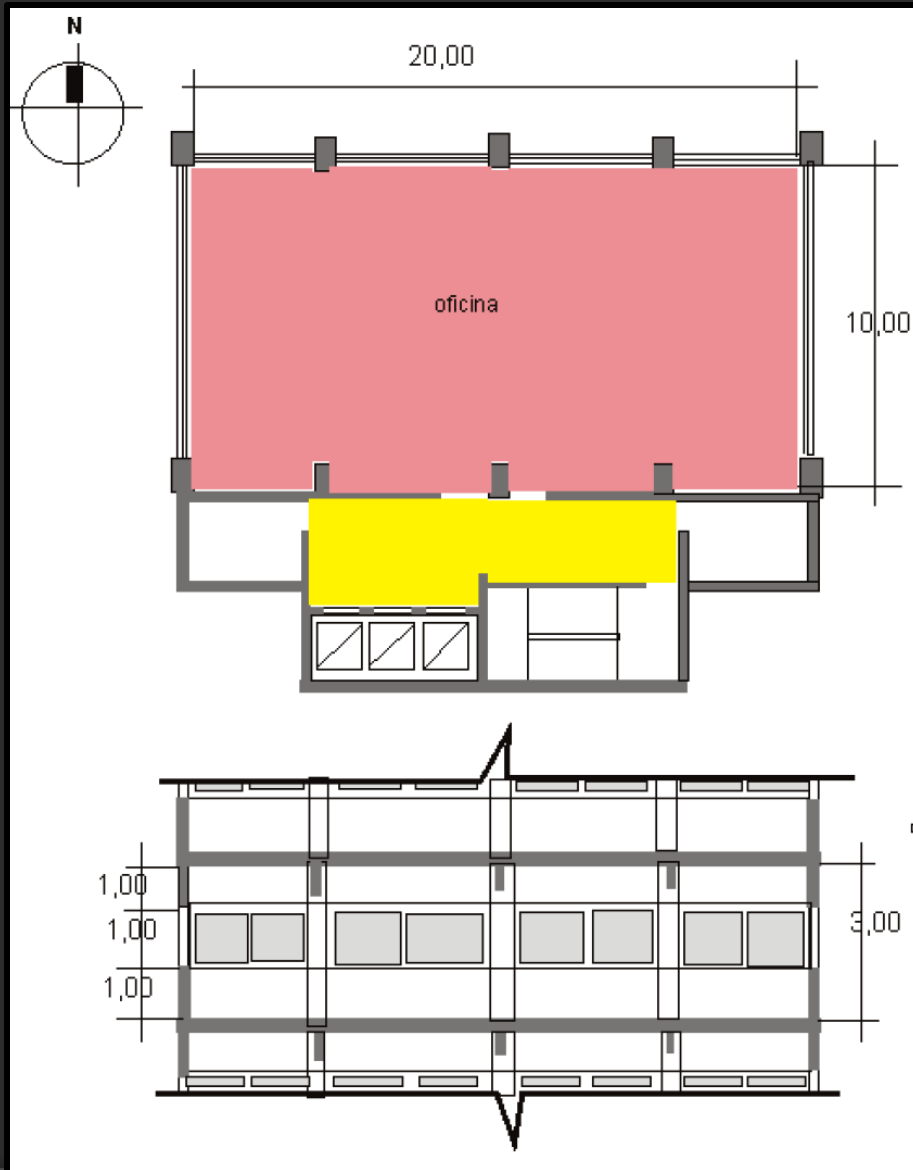
PÉRDIDAS DE CALOR TOTAL

19285

BALANCE TÉRMICO

Arq. J. Czajkowski

BALANCE TÉRMICO – ARQ. CZAJKOWSKI



- **Muros Exteriores:**
Mampostería 0,30 m.
 - N: Sup. 40 m²
 - E: Sup. 20 m²
 - O: Sup. 20 m²
- **Muros Interiores:**
Mampostería 0,15 m.
 - S: Sup. 60 m²
- **Vidrio Común:**
 - N: Sup. 20 m²
 - E: Sup. 10 m²
 - O: Sup. 10 m²
- **Cortina clara interior**
- **Palier, Baños y Circulación:**
Sin acondicionar

DISIPACIÓN DE CALOR DE PERSONAS

Grado de actividad	W	
	sensible	latente
trabajo oficina con cierta actividad	63,8	69,6

GANANCIAS DE CALOR POR CONDUCTOS

Ganancias de calor como % de calor sensible por conducción y aporte solar	% calor sensible a agregar	
	sin aislar	aislado con 50 mm lana mineral
tendidos largos de 30 a 100 m en áticos a 35° que transportan de 18 a 180 m ³ /min a veloc. De 250 a 500 m/min	10--15	4--5
idem anterior en ambientes hasta 55°C	25--30	7--10
idem para tendidos cortos de 15 a 30m	5--10	2--4
idem tendidos cortos en amb. Hasta 55°C	10--25	3--7

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DE CONFORT

Tipo de local	Temperatura (°C) y Humedad relat. (%)		
	Alto confort	Normal	Mínimo
oficinas y despachos	23°C-50%	25°C-50%	26°C-55%

VALORES DE T_i EN FUNCIÓN DE T_e DE DISEÑO

Temperatura exterior	Temperatura interior de confort		
	Lujo	Normal	Reducida
35°C	24°C	25°C	26°C

VALORES DE F_{es} para VIDRIADOS CON y SIN PROTECCION

Tipo de vidrio	espesor mm	Sin persiana o pantalla	Persianas venec. Interiores o cort. de tela		Persianas venecianas exteriores		Cortina exterior de tela	
		Fes	claras	oscuras	claras	ext. clara int. oscuras	claras	medio oscuras
Incoloro	3	1,00	0,56	0,75	0,15	0,13	0,20	0,25
	4	0,98	0,55	0,74	0,15	0,13	0,20	0,25
	5	0,96	0,54	0,72	0,14	0,12	0,19	0,24
	6	0,95	0,53	0,71	0,14	0,12	0,19	0,24
	10	0,89	0,50	0,67	0,13	0,12	0,18	0,22

CARGAS POR ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (IRAM)

Destino	Actividad	Nivel ilum Lux	Fluorescente W/m2	Incandescente W/m2	Dicroica W/m2
Oficinas	Mínima	300	12	30	45
	Mediana	400	16	40	60
	Máxima	500	20	50	75

ESTIMADO DE OCUPACIÓN DE PERSONAS

Destino	m2 por persona
edificios oficinas, bancos, bibliotecas, clinicas, asilos, casas de baños	8

CARGA TÉRMICA POR DISTINTOS ARTEFACTOS

Equipos	sensible Qs (W)	latente Ql(W)	total Qt (W)
Computadora de escritorio	210-300	0	210-300
Notebook	200	0	200
Fotocopiadora	500	0	500
Proyector diapositivas	500-1500	0	500-1500

CAUDALES DE AIRE DE RENOVACIÓN

Destino	Actividad	Verano	Verano/invierno	Invierno - renovaciones horarias	
		m3/min/pers	Caudal de aire m3/h/pers	Mínima	Recomendada
oficinas	Mín.-Med.-Máx.	0,50	15	1,2	1,5

RADIACIÓN SOLAR DÍA DE DISEÑO DE VERANO (LAT. -35°)

Hora	P. horizontal	Sur	SE	Este	NE	Norte	NO	Oeste	SO
15	577	210	210	210	210	259	444	462	353
Total día W/m2	6523	2749	2749	4040	3825	2963	3825	4040	3519

TRANSMITANCIA TÉRMICA DE ALGUNAS PIELES

tipo de muro	esp.	K
	cm	W/m2.K
Mampostería ladrillos	30	1,88
Mampostería ladrillos	15	2,67
Vidrio		5,81

CARACT. OFICINA TRABAJO DE RECONCEPTUALIZACIÓN

Superficie	200	m2
Volumen	600	m3
W interior	10	g/Kg
W exterior	14	g/Kg
$\Delta W (W_e - W_i)$	4	g/Kg

Temp. Int.	25	°C
Hum. Int.	50	%
Temp. Ext.	35	°C
Hum. Ext.	40	%
$\Delta t = t_e - t_i$	10	°C

CARGA TÉRMICA POR DIF. DE TEMPERATURA (ENVOLVENTE)

Designación	Sup.	K	Δt	qc
	m ²	W/m ² .K	°C	W
Muro norte (opaco-mamp. 30 cm)	40	1,88	10	752
Vidriado norte	20	5,81	10	1162
Pared este (opaco-mamp. 30 cm)	20	1,88	10	376
Vidriado este	10	5,81	10	581
Pared oeste (opaco-mamp. 30 cm)	20	1,88	10	376
Vidriado oeste	10	5,81	10	581
Pared sur (opaco-mamp. 15 cm)	60	2,67	7	1121
Carga térmica por conducción a través de la envolvente Qc				4949

CARGA TÉRMICA POR RADIACIÓN SOLAR (VIDRIADOS)

Orientación	Plano vidriado	superficie	Is	Fes	qs
		m ²	W/m ²		W
Norte	Vidrio 6mm-cort.clara inter.	20	259	0,53	2745
Este	Vidrio 6mm-cort.clara inter.	10	210	0,53	1113
Oeste	Vidrio 6mm-cort.clara inter.	10	462	0,53	2449
Carga term. Solar Qs					6307

CARGA TÉRMICA POR GANANCIA EN CONDUCTOS

Carga térmica por conductos	10% de cargas por envol. Y sol	1126 W
-----------------------------	--------------------------------	--------

CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS

Cargas	Cantidad	qo	
			W
Ocupantes (cal.sensible)	20	64 W	1280
Iluminación	20W/m ²	200 m ²	4000
Equipos	6000 W		6000
Carga térmica por fuentes internas Qo			11280

CARGA TÉRMICA POR VENTILACIÓN (CALOR SENSIBLE)

Cant. Personas	Caudal aire	caudal tot.	Caudal total	cte	Δt	CSAvent
	m ³ /h/pers	m ³ /h			°C	
20	30	600	600	0,25	10	1500

CARGAS DE CALOR LATENTE (PERSONAS Y VENTILACIÓN)

Cant. de pers.	W	total	Caudal total m3/h	cte	ΔW	CLAvent.
	W/pers.	W			g/Kg	W
20	70	1400	600	0,61	4	1464

RESUMEN CARGAS DE CALOR SENSIBLE

	W
Carga térmica sensible externa	11256
Carga térmica sensible interna	11280
carga por conductos	1126
Carga term. sens.por vent.	1500
Total c. sensible	25162

RESUMEN CARGAS DE CALOR LATENTE (PyV)

	W
Carga total de calor latente	
Carga térm. lat. por fuentes int.	1400
Carga térm. lat. por ventilac.	1464
Total latente	2864

TOTAL CARGAS DE REFRIGERACIÓN

TOTAL CALOR SENSIBLE → 25.162 W

TOTAL CALOR LATENTE → 2.864 W

TOTAL → 28.026 W

TOTAL EN TT DE REFRIGERACIÓN → 28.026 W / 3.517 = 8,0 TT

CARGAS DE CALEFACCIÓN POR LA ENVOLVENTE

Designación	Sup.	K	Δt	qc
	m ²	W/m ² .K	°C	W
Muro norte (opaco-mamp. 30 cm)	40	1,88	22	1654
Vidriado norte	20	5,81	22	2556
Pared este (opaco-mamp. 30 cm)	20	1,88	22	827
Vidriado este	10	5,81	22	1278
Pared oeste (opaco-mamp. 30 cm)	20	1,88	22	827
Vidriado oeste	10	5,81	22	1278
Pared sur (opaco-mamp. 15 cm)	60	2,67	11	1762
Carga térmica por conducción a través de la envolvente Qc				10184

SUPL. POR INT., ORIENTACIÓN Y PÉRD. POR CONDUCTOS

SUPLEMENTOS	
Intermitencia de func. 8 a 12 hs diarias =	15%
Suplemento por orientación (N-E-O) adopto =	0%
Perdidas por conductos adopto =	10%
TOTAL DE SUPLEMENTOS	25%

PÉRDIDAS POR INCORP. DE AIRE DE VENTILACIÓN

Caudal total	cte	Δt	CSAvent
m ³ /h		°C	W
20	19,7	22	8688

25% de 10184 W = 2546 W

TOTAL BALANCE DE INVIERNO: 10184 + 2546 + 8688 → 21398 W

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

ING. N. QUADRI

TOTAL BALANCE DE VERANO



$$27.296 \text{ Kcal/h} / 3.024 (1\text{tt}) = \underline{9 \text{ TT}}$$

TOTAL BALANCE DE INVIERNO



$$\underline{19.285 \text{ Kcal/h}}$$

ARQ. CZAIJKOVSKY

TOTAL BALANCE DE VERANO



$$28.026 \text{ W} / 3.517 (1\text{tt}) = \underline{8 \text{ TT}}$$

TOTAL BALANCE DE INVIERNO



$$21.398 \text{ W} = \underline{18.402 \text{ Kcal/h}}$$

ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LAS CARGAS Y DISMINUIR LA POTENCIA DE LOS EQUIPOS

		%	Posibilidad de reducción carga térmica
Calor Sensible Externo	11256	40,1	SI (aislamiento térmico + sombreado)
Calor Sensible Interno	11280	40,2	SI (tipo iluminación + ventilación)
Calor Sensible Aire exterior	2626	9,4	POCO
Calor latente interno	1400	5,0	POCO (Ventilación + sectorización)
Calor latente externo	1464	5,2	POCO (reduciendo ingreso aire limpio)
TOTAL	28026	100	

Bibliografía

- Quadri, N. *Instalaciones de aire acondicionado y calefacción*. Editorial Alsina. Bs. As. 2007. ISBN: 9505531554
- Czajkowski, J. *Sistemas de Climatización. Balance térmico de verano*. Instalaciones.
http://www.arquinstal.com.ar/2016/n2_08_2016_baltermver.pdf
- Czajkowski, J. *Sistemas de Climatización. Balance térmico de invierno*. Instalaciones.
http://www.arquinstal.com.ar/2016/n2_06_2016_balterinv.pdf