

ENERXÍA SOLAR TÉRMICA

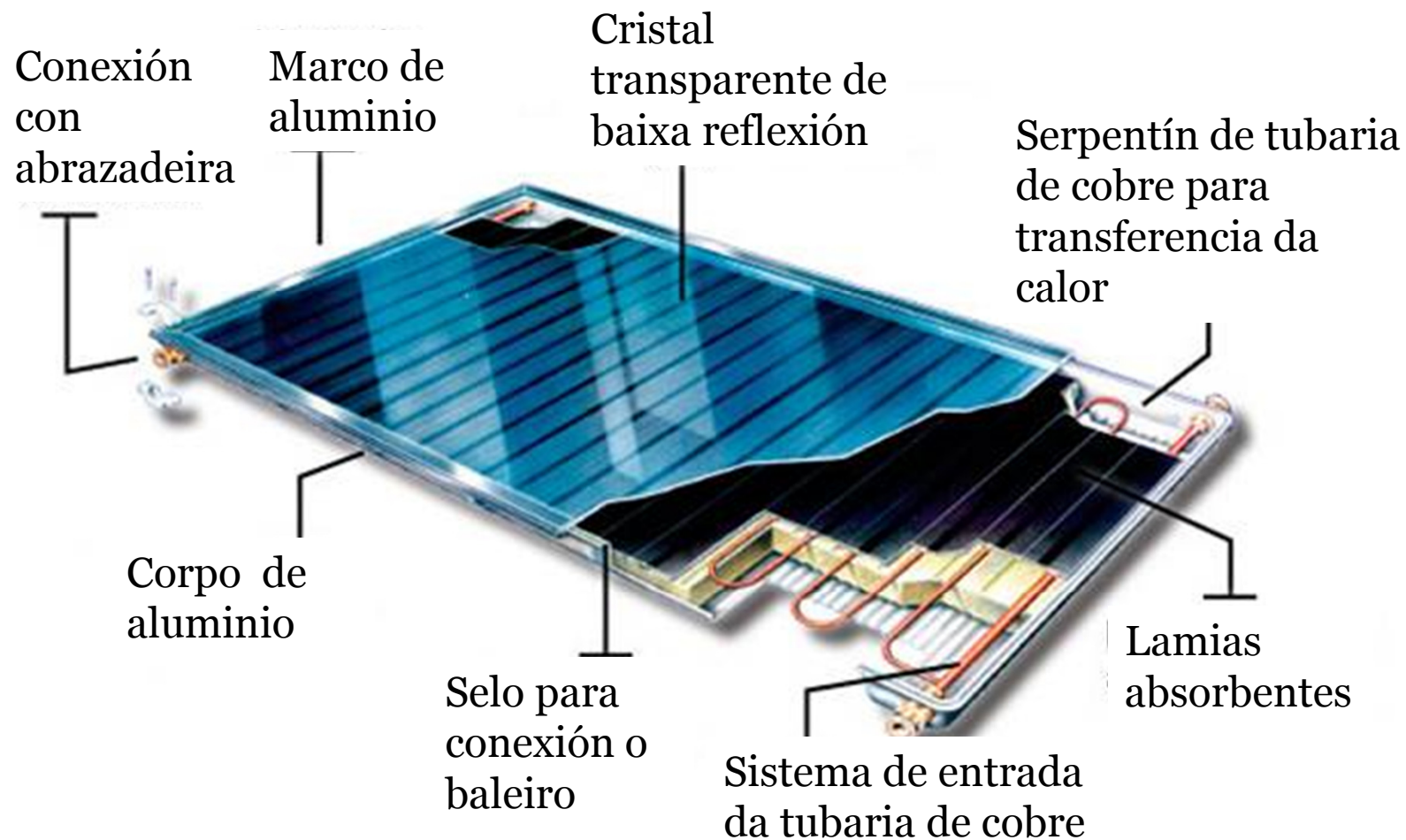


Caption not available.



1. OS COMPOÑENTES: OS PANEIS

COLECTOR SOLAR PLANO



VANTAXES



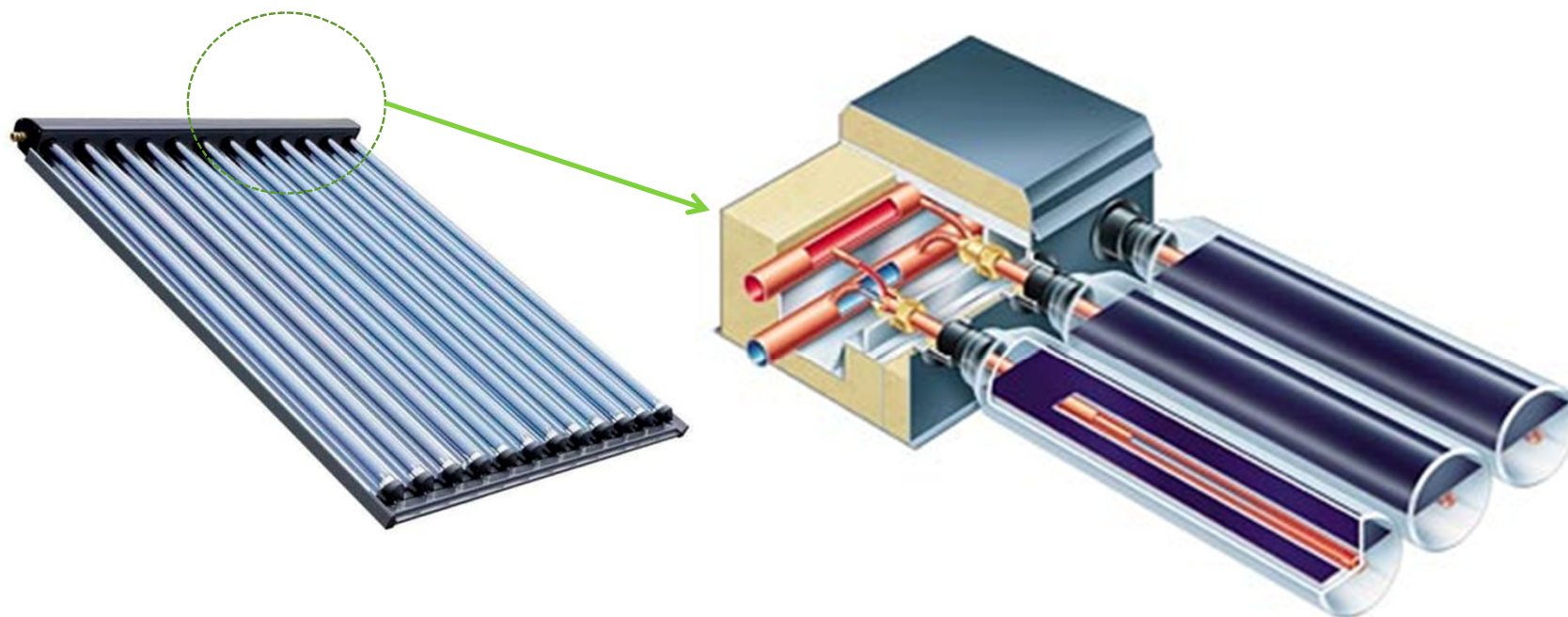
- **Son mais económicos.**
- **Están construídos dentro dunha sólida estrutura de metal illada e protexida por un cristal.**

DESVANTAGES



- Son mais proclives a presentar condensacións, especialmente cando se deteriora a xunta entre o cristal e a caixa.
- Deben de ser elevados ó tellado como unha soa unidade.
- En caso de rotura, o colector debe de ser reemprazado por completo.
- A inclinación do sol afecta negativamente o rendemento.
- Polo seu deseño plano acumulan mais neve, po e sucidade
= mais custe en mantemento maior reforzo estrutural.
- Debido as perdas por convección e condución estes paneis non alcanzan altas temperaturas non sendo recomendables para o seu uso en calefacción.

COLECTOR SOLAR POR TUBOS DE VALEIRO



VANTAXES



- O baleiro protexe ó colector da corrosión e non presenta condensacións.
- O baleiro elimina as perdas por condución y convección, illa do medio ambiente sen que o frío nin o vento afecten apenas ó seu rendemento.
- Polo seu lixeiro peso e pola súa configuración modular, son mais sinxelos de instalar nas cubertas e teñen mellor integración arquitectónica.
- Pola súa forma circular os raios de sol son atrapados mais eficazmente no amencer e na tardiña.
- Debido a súa forma redonda e que hai ocos entre os tubos, son mais resistentes ó vento e á acumulación de neve.
- O teren perdas mínimas por radiación e convección alcanzan altas temperaturas, polo que son aptos para o seu uso en calefacción.

DESVANTAGES



- Mais custosos economicamente.
- Son mais fráxiles mecanicamente, sobre todo no momento da montaxe.

COLECTOR SOLAR POR TERMOSIFÓN



Efecto Termosifón



COLECTOR SOLAR POR TERMOSIFÓN



COMPARACIÓN DOS SISTEMAS

COLECTOR	RANGO T (°C)	h_o	U_L (w/°C×m²)
Sin cubierta	10-40	0.9	15-25
Cubierta simple	10-60	0.8	7
Cubierta doble	10-80	0.65	5
Superficie selectiva	10-80	0.8	5
Tubos de vacío	10-130	0.70	2

h_o : rendimiento óptico.

U_L : factor global de pérdidas.

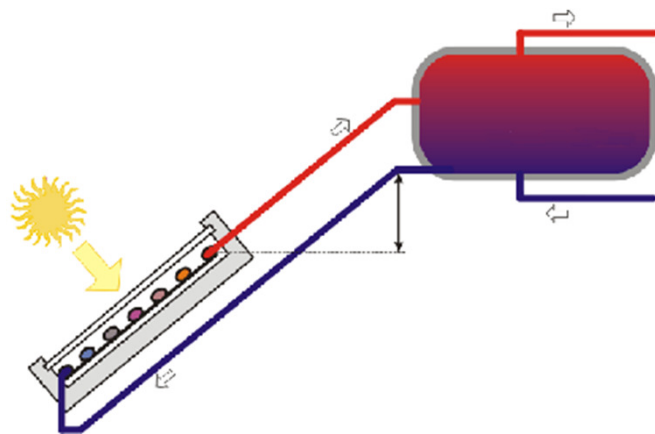
Rango T (°C): temperaturas de trabajo

VASO DE EXPANSIÓN



- É o encargado de absorber as dilatacións do fluído portador.
- É o compoñente fundamental para garantir a vida da instalación.

SISTEMAS DE CIRCULACIÓN



Termosifon

- Aproveita a circulación natural da auga quente que tende a ascender, xa que o aumentar a sua temperatura diminua a sua densidade.



Bomba circuladora

- É o encargado de mover o fluído portador no circuito.

SISTEMAS DE CIRCULACIÓN



Termosifón

- ✓ Non precisa de enerxía eléctrica para o seu funcionamento.
- ✓ O salto térmico é maior, mais eficiente.
- ✓ Instalación sinxela e de menor custo
- ✓ Non se pode limitar a temperatura máxima da auga
- ✓ Caudal circulante é moi pequeno

Bomba circuladora

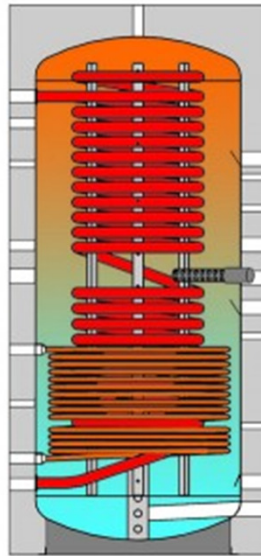
- ✓ O fluído captador non entra en contacto coa auga de consumo, risco mínimo de contaminación e corrosión
- ✓ Pódense utilizar anticonxelantes
- ✓ Necesitan enerxía eléctrica son mais complexos e de maior custo.

INTERCAMBIADOR



Intercambiador de serpentín

- ✓ Incorporado o acumulador hasta os 1.500l
- ✓ Baixa superficie de intercambio
- ✓ Rendimento do intercambiador e superior o de doble parede pero inferior o de placas
- ✓ Acumulador cunha boa relación calidade precio



INTERCAMBIADOR



Intercambiador de serpentín

- ✓ Instálanse independentemente e externamente os depósitos
- ✓ Son dous circuítos independentes
- ✓ Pódense desmontar e limpar
- ✓ Permiten ampliacións de potencia aumentando as placas
- ✓ Bon rendemento

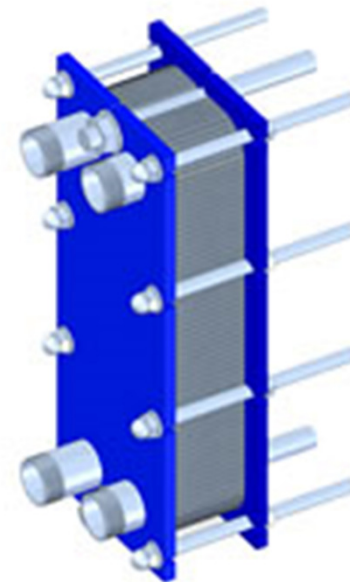
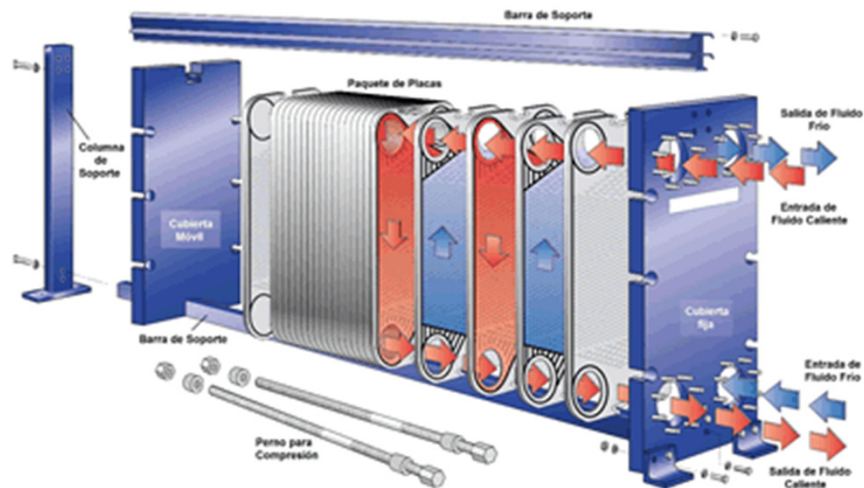


Figura 2: Intercambiador de Calor de Placas.

ACUMULACIÓN



ACEIRO

- ✓ O seu precio e mais asequible.
- ✓ A temperatura de almacenamento non pode parar dos 65°C
- ✓ Necesitan protección interior contra da corrosión ou ben mediante un epoxi ou ben mediante un galvanizado quente.

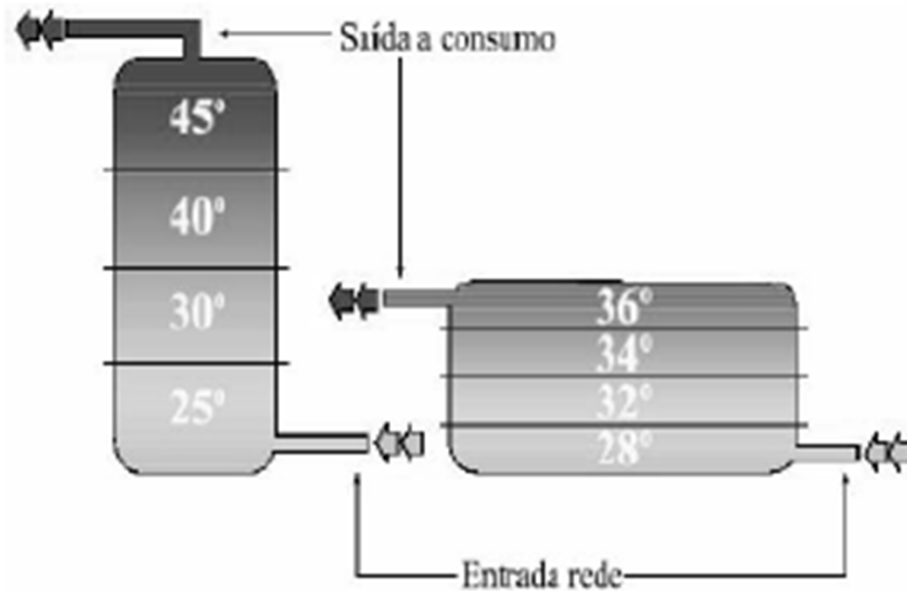
ACEIRO INOXIDABLE

- ✓ E mellor material
- ✓ Soporta elevadas temperaturas
- ✓ Non presenta problemas de corrosión
- ✓ Precio é elevado

ACUMULACIÓN



Os depósitos deben de ser de configuración vertical para favorecer a estratificación.



A AUGA DISMINUE A SUA
DENSIDADE O AUMENTAR A
TEMPERATURA

NORMATIVA



- **Normativa de la Unión Europea**

DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

- **Normativa Estatal**

REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el RITE y sus ITEs y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios (Derogado).

Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el RD 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el RITE (Derogado).

REAL DECRETO 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Documento Básico HE: Ahorro de energía.

REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

DESEÑO



- **Predimensionado:**

- Datos de Partida.
- Esquema de Principio da Instalación.
- Cálculo da carga de consumo.
- Cálculo da enerxía dispoñible.
- Determinación da superficie de captadores e do volume de acumulación.

DESEÑO



- **Dimensionado:**

- Selección da configuración básica.
- Selección do fluído portador.
- Deseño do sistema de captación.
- Deseño do sistema de acumulación.
- Dimensionado do sistema de intercambio.
- Deseño do circuíto hidráulico.
- Deseño do sistema de enerxía auxiliar.
- Deseño do sistema eléctrico e de control.
- Características técnicas dos compoñentes.
- Materiais e proteccións.
- Deseño da estrutura soporte.
- Recepción e probas funcionais da instalación.
- Mantemento das instalacións.

DESEÑO - EXEMPLO



1. Datos de partida.

- Bloque de 20 vivendas. (10 vivendas de 3 dormitorios e 10 vivendas 4 de dormitorios).
- Tipo de combustible sistema auxiliar: gas
- Temperatura de aporte AQS: 45°C
- Situación: Pontevedra
- Latitude: 42°N
- Temperatura AFS segundo o mes:

(UNE 94002:2005, Táboa 3 ou compañía subministradora)

- ✦ Xaneiro:10
- ✦ Febreiro:11
- ✦ Marzo:11
- ✦ Abril:13
- ✦ Maio:14
- ✦ Xuño:16
- ✦ Xulio:17
- ✦ Agosto:17
- ✦ Setembro:16
- ✦ Outubro:14
- ✦ Novembro:12
- ✦ Decembro:10

DESEÑO - EXEMPLO



2. Calculo demanda AQS.

- Demanda de referencia a 60°
(Táboa 3.1 - DB HE4)
- VIVENDA MULTIFAMILIAR:
22 litros/día persoa (60°)

Criterio de demanda	Litros AQS/día a 60° C
Vivendas unifamiliares	30 por persoa
Vivendas multifamiliares	22 por persoa
Hospitais e clínicas	55 por cama
Hoteis ****	70 por cama
Hoteis ***	55 por cama
Hotel/Hostal	40 por cama
Caming	40 por emprazamento
Hostal/Pensión	35 por cama
Residencia(ancians, estudantes...)	55 por cama
Vestiarios/Duchas colectivas	15 por servicio
Escolas	3 por alumno
Cuarteis	20 por persoa
Fabricas e talleres	15 por persoa
Administrativos	3 por persoa
Ximnasios	20 a 25 por usuario
Lavanderias	3 a 5 por kilo de roupa
Restaurantes	5 a 10 por comida
Cafeteria	1 por almorzo

DESEÑO - EJEMPLO



2. Cálculo demanda AQS.

- Demanda de referencia a 60°.

n° personas = 70

22 litros/día persona x 70 personas = $D_i(60^\circ) = 1540$ litros/día

Este valor es constante durante todos los días del año.

- Demanda anual de AQS:

$D(60^\circ\text{C}) = 1540 \text{ l/d} \times 365 \text{ días} \rightarrow \mathbf{D(60^\circ) = 562.100 \text{ litros}}$

DESEÑO - EXEMPLO



2. Calculo demanda AQS.

- Numero de unidades de consumo.

No noso caso - persoas:

Nº de dormitorios: $10 \times 3 + 10 \times 4 = 70$ dormitorios.

Simultaneidade segundo a táboa do apartado 3.1.1.4 (só vivendas)

Mais de 7 dormitorios ➡ nº persoas = nº dormitorios = 70

Nº de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	Mais de 7
Número de persoas	1.5	3	4	6	7	8	9	nº dormitorios

DESEÑO - EJEMPLO



2. Cálculo demanda AQS.

- Demanda a temperatura elegida de aporte de solar 45°

$$D(T) = \sum_1^{12} Di(T)$$

$$Di(T) = Di(60^\circ) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

Donde:

$D(T)$ = demanda de AQS a temperatura T .

$Di(T)$ = demanda de AQS para el mes "i" a temperatura T .

$Di(60^\circ\text{C})$ = demanda de AQS para el mes "i" a temperatura de 60°.

T = Temperatura del acumulador final.

T_i = Temperatura media AFS en el mes "i".

DESEÑO - EXEMPLO



2. Calculo demanda AQS.

- Demanda a temperatura elexida de aporte de solar 45°

$$\text{XANEIRO } Di_{45} = 22 \times \left(\frac{60 - 10}{45 - 10} \right) = 31.43 \text{ l/d per } \rightarrow 31.43 \text{ l / d per } \times 70 \text{ persoas} = 2.200 \text{ l/d}$$

- Temperatura AFS según mes:
(UNE 94002:2005, Tabla 3 ou compañía suministradora)
 - Xaneiro:10
 - Febreiro:11
 - Marzo:11
 - Abril:13
 - Maio:14
 - Xunio:16
 - Xulio:17
 - Agosto:17
 - Setembro:16
 - Outubro:14
 - Novembro:12
 - Decembro:10

DESEÑO - EXEMPLO



2. Calculo demanda AQS.

- Demanda a temperatura elixida de aporte de solar 45°

MES	Dem. diaria (l/d)	Persoas	Dem. mensual Di(l/d)	nº dias mes	Total litros
Xaneiro	31,43	70	2200,10	31	68203,10
Febreiro	31,70	70	2219	28	62132
Marzo	31,70	70	2219	31	68789
Abril	32,31	70	2261,70	30	67851
Maio	32,65	70	2285,5	31	70850,50
Xunio	33,38	70	2363,2	30	70896
Xulio	33,76	70	2363,20	31	73259,20
Agosto	33,79	70	2365,30	31	73324,30
Septembro	33,38	70	2336,6	30	70098
Outubro	32,65	70	2285,50	31	70850,50
Novembro	32,00	70	2240	30	67200
Decembro	31,43	70	2200,1	31	68203,10
				DT	831656,70

DESEÑO - EXEMPLO



2. Calculo demanda AQS.

- Demanda a temperatura elexida de aporte de solar 45°

Como a demanda total anual $D(45^\circ) = 831656,70$ litros

A demanda diaria sera de:

$831656,70 \text{ l} / 365 \text{ dias} = \mathbf{2278,51 \text{ litros/dia}}$

Esta demanda supon un consumo por persoa de:

$$\frac{2278,51 \text{ litros/dia}}{70 \text{ persoas}} = 32,55 \text{ litros/ dia persona}$$

Frente os 22 litros /dia persoa a temperatura de 60° c

DESEÑO - EXEMPLO



3. Contribución solar mínima.

- Datos necesarios:

- Demanda AQS = 2278,51 litros/día
- Localidade: Pontevedra.
- Zona climática: ZONA I
(segundo Fig. 3.1. ou táboa 3.3.)
- Enerxía Auxiliar: Gas natural(tabal 2.1.)

ZONA I ZONA II ZONA III ZONA IV ZONA V



DESEÑO - EJEMPLO



3. Contribución solar mínima.

- a) general: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural, u otras;
- b) efecto Joule: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

DESEÑO - EJEMPLO



3. Contribución solar mínima.

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 2.3. Contribución solar mínima en %. Caso Climatización de piscinas

	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
Piscinas cubiertas	30	30	50	60	70

DESEÑO - EXEMPLO



3. Contribución solar mínima.

- Datos necesarios:

- Demanda AQS = 2278,51 litros/día
- Localidade: Pontevedra.
- Zona climática: ZONA I
(segundo Fig. 3.1. ou táboa 3.3.)
- Enerxía Auxiliar: Gas natural(tabal 2.1.)

CONTRIBUCIÓN SOLAR MINIMA 30%

DESEÑO - EXEMPLO



4. Demanda de enerxia termica.

$$D_{AQS} = m_{AQS} \cdot Cp \cdot (T_{uso} - T_{AF})$$

Donde:

D_{AQS} = demanda enerxia térmica para AQS (cal)

m_{AQS} = consumo de AQS en cada mes(kg)

Cp = Calor especifico da auga(1 cal/Kg°C)

T_{uso} = Temperatura de uso

T_{AF} = Temperatura da auga fria.

* ρ = densidade da auga (1kg/litro)

TEMPERATURA AFS SEGÚN MES(UNE 94002)

Xaneiro	10	Xulio	17
Febreiro	11	Agosto	17
Marzo	11	Setembro	16
Abril	13	Outubro	14
Maio	14	Novembro	12
Xunio	16	Decembro	10

DESEÑO - EXEMPLO



4. Demanda de enerxia termica.

$$D_{Xaneiro} = 68203,10kg \times 1 \frac{cal}{Kg^{\circ}C} \times 35^{\circ}C$$

$$D_{Xaneiro} = 2387108,50 \text{ cal}$$

$$D_{Xaneiro} = \mathbf{2775,71 \text{ kWh}}$$

MES	Dem. (l)	Incremento Tª (T _{uso} - T _{A_F})	Enerxía kWh
Xaneiro	68203,10	35	2775,71
Febreiro	62132	34	2456,38
Marzo	68789	34	2719,57
Abril	67851	32	2524,69
Maio	70850,50	31	2553,91
Xunio	70896	29	2390,68
Xulio	73259,20	28	2385,18
Agosto	73324,30	28	2387,30
Setembro	70098	29	2363,77
Outubro	70850,50	31	2553,91
Novembro	67200	33	2578,60
Decembro	68203,10	35	2775,71
Total	831656,70 l		30465,42

DESEÑO - EXEMPLO



5. Enerxía solar aportada.

MES	Radiacion kWh/m2/dia Pontevedra
Xaneiro	1,5
Febreiro	2,3
Marzo	3,6
Abril	4,4
Maio	4,9
Xunio	5,7
Xulio	6,1
Agosto	5,2
Setembro	4,2
Outubro	3,1
Novembro	1,9
Decembro	1,5

DESEÑO - EJEMPLO



Metodo F-CHART

O Panel

- **Dimensiones:** 1340 x 1800 mm
- **Superficie del absorbedor:** 2,2 m²
- **Curva de rendimiento:**

Rendimiento optico η_0	0,790
Coeficiente a_1	3,756 W/m ² K
Coeficiente a_2	0,0073 W/m ² K

- **Volumen del fluido caloportador:** 2,2 litros
- **Capacidad térmica:** 7,4 kJ/m²K
- **Coeficiente de corrección del ángulo de incidencia:** $K_{dir50^\circ} = 0,95$

DESEÑO - EXEMPLO



Metodo F-CHART

O metodo f-chart emprega dous parametros adimensionais D_1 e D_2 que permitiran determinar a fracción solar mediante a expresión:

$$f_{mes} = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

$$D_1 = \frac{E_{absorbida}}{DE_{mes}} = \frac{S_C \cdot \eta_o \cdot MAI \cdot FC_{int} \cdot G_{dm} \cdot N_{dias,mes}}{DE_{mes}}$$

$$D_2 = \frac{E_{perdida}}{DE_{mes}} = \frac{S_C \cdot K_{global} \cdot FC_{int} \cdot (100 - T_{amb}) \cdot FC_{acum} \cdot FC_{ACS} \cdot 24 \cdot N_{dias,mes}}{DE_{mes}}$$

DESEÑO - EJEMPLO



Donde:

- G_{dm} : irradiación solar diaria para nuestros captadores
- S_c : superficie de nuestros captadores (área de apertura). Depende del número de captadores.
- MAI: Modificador del ángulo de incidencia de nuestros captadores.
- η_0 : rendimiento óptico
- FC_{int} : factor de corrección del conjunto captador-intercambiador.
 $FC_{int} = 0,95$
- K_{global} : Coeficiente global de pérdidas
- FC_{acum} : Factor de corrección del acumulador

$$FC_{acum} = \left(\frac{V_{acum-solar}/S_c}{75l/m^2} \right)^{-0,25} \quad CTE \ 50l/m^2 < \frac{V_{acum-solar}}{S_c} < 180l/m^2$$

- FC_{ACS} : Factor de corrección por temperatura del agua

$$FC_{ACS} = \frac{11,6 + 1,18 \cdot T_{ACS,min} + 3,86 \cdot T_{red} - 2,32 \cdot T_{amb}}{100 - T_{amb}} \quad T_{ACS,min} = 65^\circ C$$

DESEÑO - EXEMPLO



Metodo F-CHART

Unha vez determinada a fraccion solar mínima, a enerxia solar util será:

$$EU_{solar,mes} = f_{mes} \cdot DE_{mes}$$

EU solar,mes: Enerxia util mes

DEmes: Demanda enerxetica mes

DESEÑO - EXEMPLO



Metodo F-CHART

Rendimento da instalación:

$$\eta_{sistema} = \frac{\sum_1^{12} EU_{solar,mes}}{\sum_1^{12} S_c \cdot G_{dm} \cdot N_{dias,mes}} = \frac{\sum_1^{12} EU_{solar,mes}}{\sum_1^{12} S_c \cdot EI_{mes}}$$

EU solar,mes: Enerxia util mes

Sc: Superficie captadores.

EI: Enerxia incidente.

CÁLCULO ENERGÉTICO

DATOS DE SALIDA

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	1.671	1.457	1.556	1.451	1.442	1.340	1.327	1.384	1.395	1.499	1.506	1.614	17.643
Ahorro A=0 [Kcal·1000]:	522	721	928	1.135	1.026	1.214	1.249	1.233	1.001	858	670	496	11.053
Ahorro Real [Kcal·1000]:	518	716	922	1.127	1.020	1.206	1.241	1.225	995	852	665	492	10.981
Ahorro A=0 [%]:	31,2	49,5	59,6	78,2	71,2	90,6	94,1	89,0	71,8	57,2	44,5	30,7	62,6
Ahorro Real [%]:	31,0	49,1	59,3	77,7	70,7	90,0	93,5	88,5	71,3	56,9	44,2	30,5	62,2

DESEÑO - EJEMPLO



6. Superficie de captadores e volumen de acumulación.

O Area total dos captadores tera un valor tal que cumpla a seguinte condicion:

$$50 \leq \frac{V}{A} \leq 180$$

Donde:

V = volumen do deposito de acumulación solar(litros).

A= a suma das areas dos captadores.

DESEÑO - EXEMPLO



6. Superficie de captadores e volumen de acumulación.

O volumen de acumulación debe ser dacordo coa demanda o largo do día:

$$V \approx \text{volumen de acumulación}$$

No noso caso:

$$\text{Demanda diaria} = 2.278,51l$$

Logo:

$$\mathbf{V = 2.500l}$$

DESEÑO - EJEMPLO



6. Superficie de captadores e volumen de acumulación.

Otras recomendaciones (no establecidas en HE-4)

$$60 \leq \frac{M}{A} \leq 100$$

$$0,8 \leq \frac{V}{M} \leq 1,2$$

$$1,25 \leq \frac{100A}{M} \leq 2$$

Donde:

V = volumen del depósito de acumulación solar(litros)

A = suma de las áreas de los captadores(m²)

M = demanda diaria(litros/día)

DESEÑO - EJEMPLO



Reglamento de Instalaciones Térmicas dos Edificios (RITE) no seu apartado ITE 10.1.3.2.

En instalacións nas que o consumo sexa constante o largo do ano, o volume de acumulación:

$$0,8M \leq V \leq M$$

Sendo:

- M: consumo medio diario nos meses de verán (l/d)
- V: volumen do depósito acumulador (l)

Si se instala **menos superficie de colectores** que a calculada:

$$V \leq 0,8M$$

DESEÑO - EJEMPLO



7. Dimensionado do sistema de intercambio.

- Intercambiadores independientes:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Intercambiadores incorporados o acumulador:

$$\frac{S}{A} \geq 0,15$$

P = potencia minima do intercambiador (w).

A = superficie dos captadores (m²)

S = superficie do intercambiador (m²)

DESEÑO - EJEMPLO



7. Dimensionado do sistema de intercambio.

- No noso caso:

$$A = 36,96 \text{ m}^2$$

$$P \geq 500 \cdot A$$

Logo:

$$P = 18.480 \text{ w}$$

P = potencia minima do intercambiador (w).

A = superficie dos captadores (m²)

DESEÑO - EXEMPLO



8. Cálculo das perdas por orientación.

Caso	Tabla 2.4 Pérdidas límite		
	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

- Código Técnico das Edificacóns - DB HE 4

DESEÑO - EXEMPLO

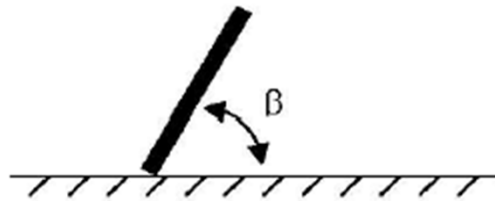


8. Cálculo das perdas por orientación.

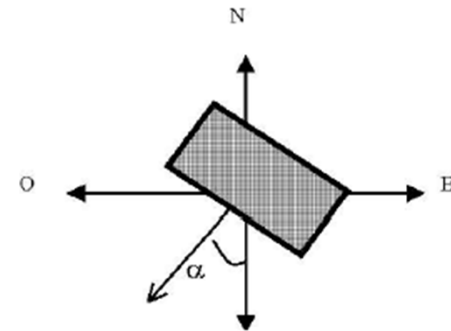
- O obxectivo é determinar os límites da orientación e inclinación dos módulos de acordo coas perdas máximas permisibles.

Calcúlanse en función:

Inclinación



Acimut



Orientación óptima:

sur

Inclinación óptima:

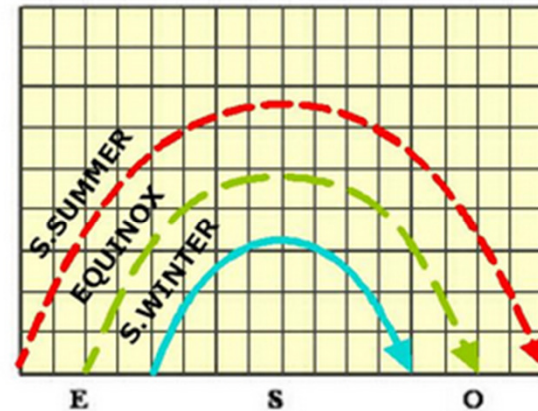
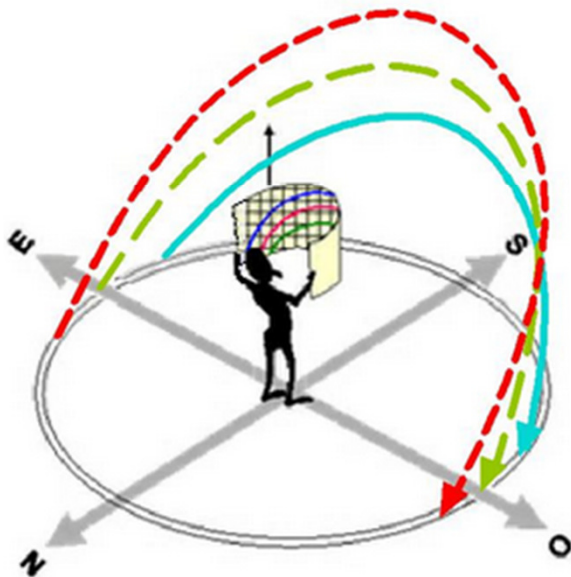
demanda constante anual, a latitude xeográfica
demanda preferente en inverno, $+10^\circ$
demanda preferente no verán, -10°

DESEÑO - EXEMPLO



8. Cálculo das perdas por orientación.

- Summer solstice (June)
- Spring and Autumn equinox (September/March)
- Winter solstice (December)

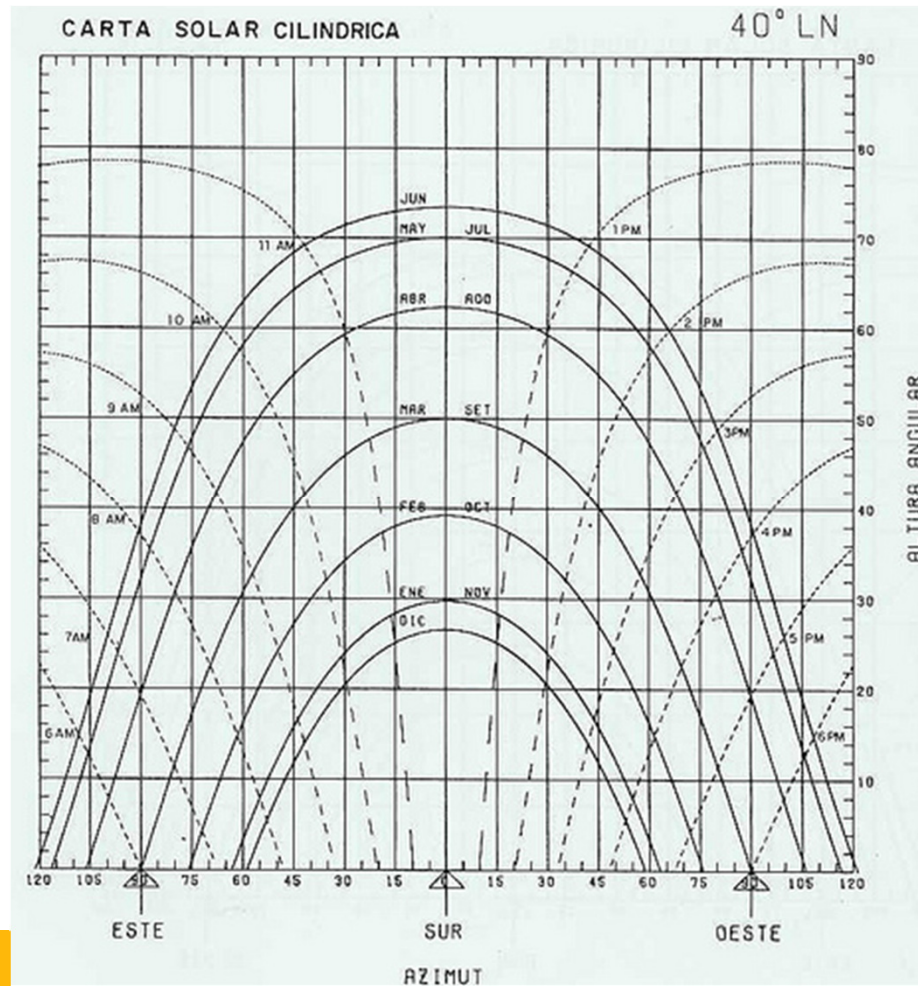


Entre cada un dos solsticios de verán e inverno hai $23^{\circ}27'$ positivos ou negativos respectivamente, respecto ós equinocios de primavera e outono.

DESEÑO - EXEMPLO



9. Cálculo das perdas de radiación por sombras.



Sobre a carta solar perfilase o obstáculo, e con él obtéñense as porcións afectadas pola sombra.

DESEÑO - EJEMPLO



9. Cálculo das perdidas de radiación por sombras.



EDIFICACIÓN

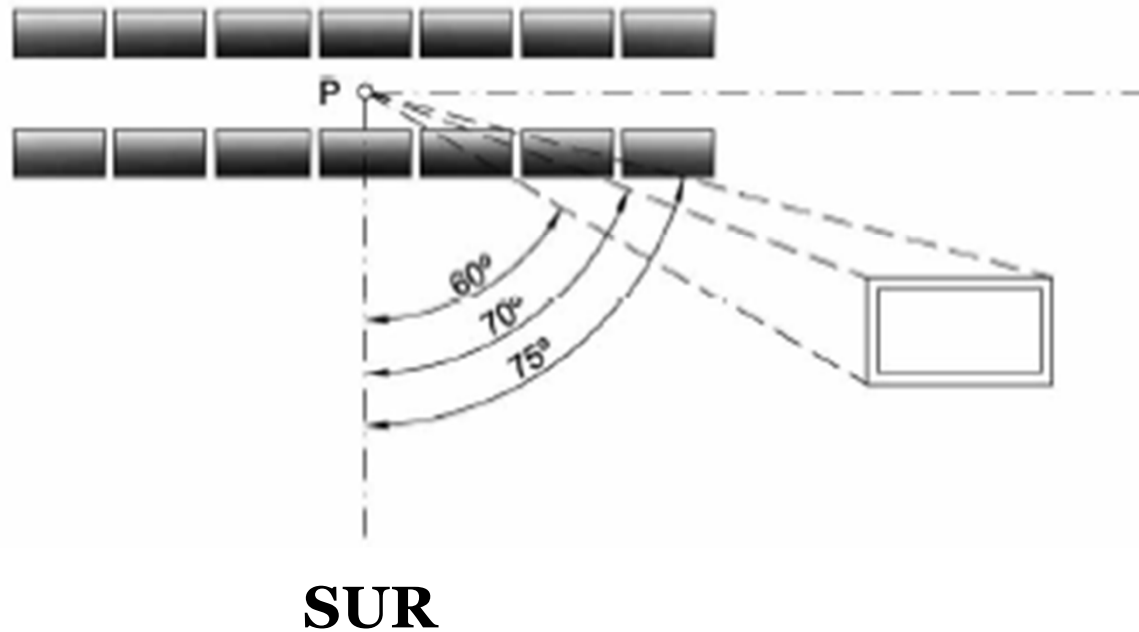


SUR

DESEÑO - EJEMPLO



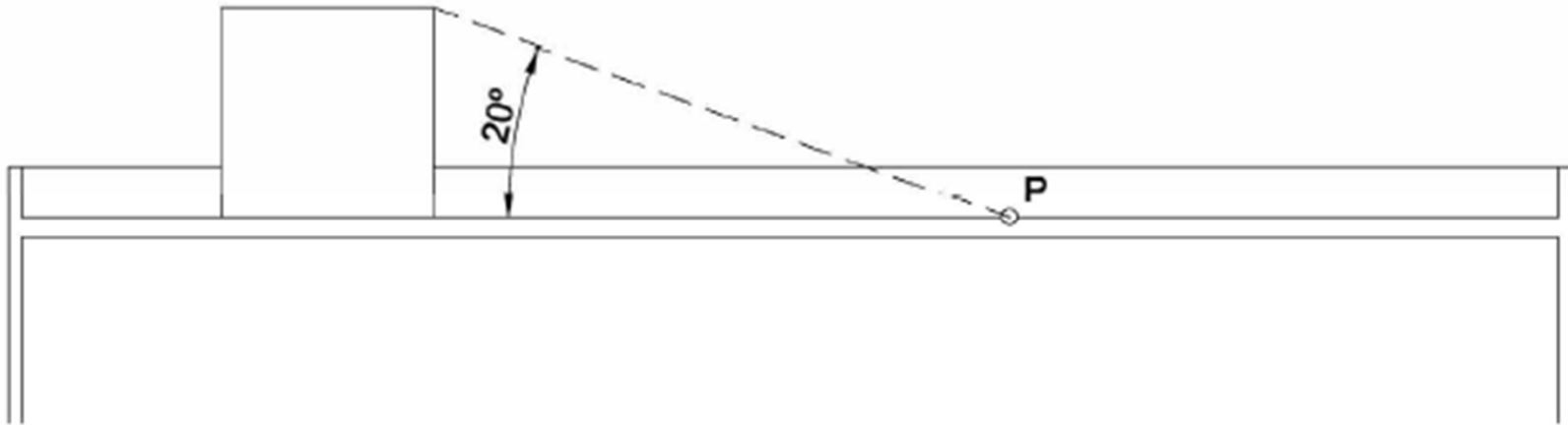
9. Cálculo das perdidas de radiación por sombras.



DESEÑO - EJEMPLO



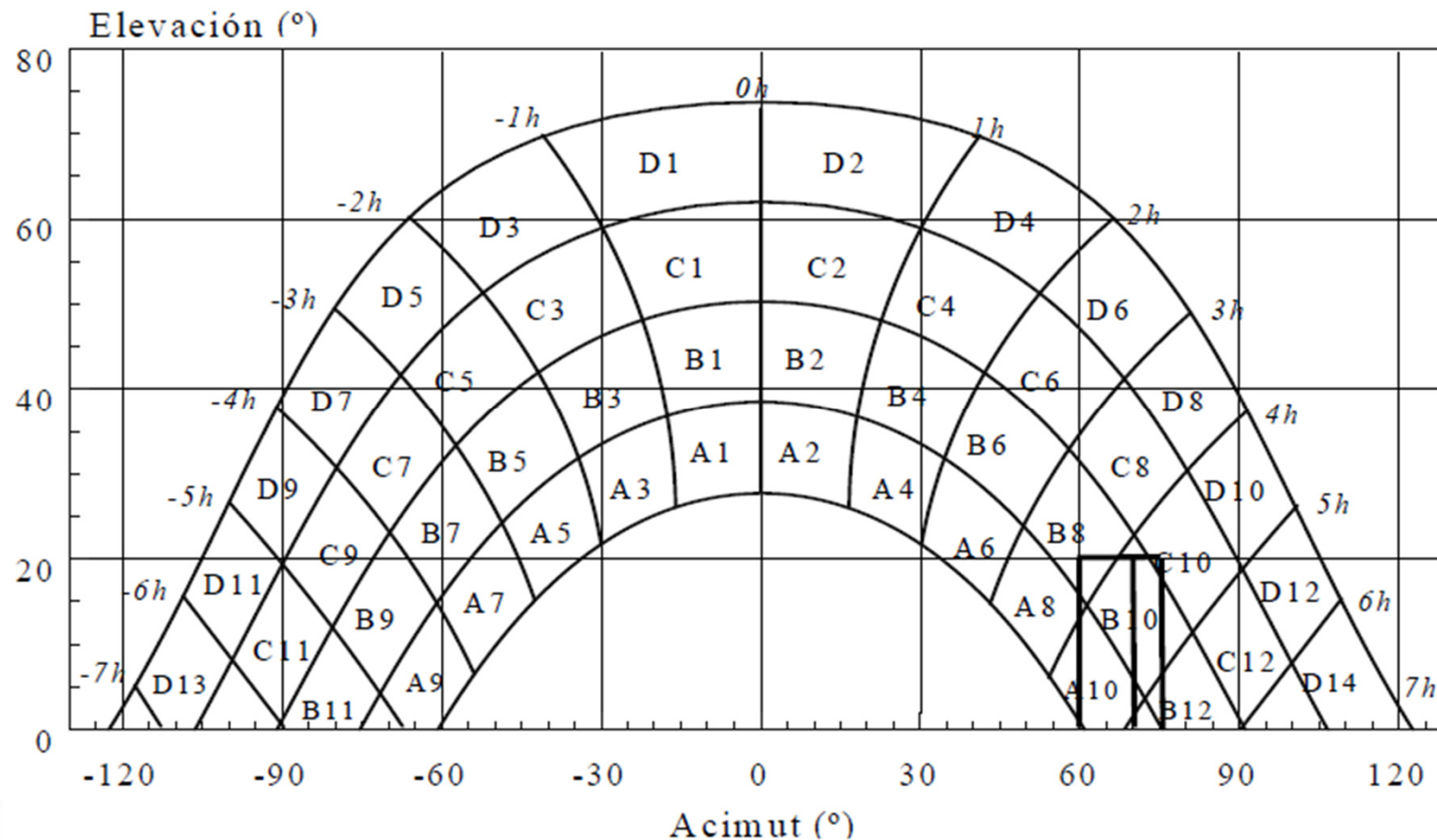
9. Cálculo das perdas de radiación por sombras.



DESEÑO - EJEMPLO



9. Cálculo das perdidas de radiación por sombras.



DESEÑO - EJEMPLO



9. Cálculo das perdas de radiación por sombras.

Apéndice B Tablas de referencia

- $P_{A10} = 0,75$
- $P_{B10} = 0,75$
- $P_{B12} = 0,25$
- $P_{B8} = 0,25$

Tabla B.1

	$\beta=35^\circ; \alpha=0^\circ$				$\beta=0^\circ; \alpha=0^\circ$				$\beta=90^\circ; \alpha=0^\circ$				$\beta=35^\circ; \alpha=30^\circ$			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,01	0,12	0,44	0,00	0,01	0,18	1,05	0,00	0,01	0,02	0,15	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,13	0,41	0,62	1,49	0,05	0,32	0,70	2,23	0,23	0,50	0,37	0,10	0,02	0,10	0,19	0,56
7	1,00	0,95	1,27	2,76	0,52	0,77	1,32	3,56	1,66	1,06	0,93	0,78	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,84	1,50	1,83	3,87	1,11	1,26	1,85	4,66	2,76	1,62	1,43	1,68	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,70	1,88	2,21	4,67	1,75	1,60	2,20	5,44	3,83	2,00	1,77	2,36	2,24	1,60	1,92	4,14
1	3,17	2,12	2,43	5,04	2,10	1,81	2,40	5,78	4,36	2,23	1,98	2,69	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,17	2,12	2,33	4,99	2,11	1,80	2,30	5,73	4,40	2,23	1,91	2,66	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,70	1,89	2,01	4,46	1,75	1,61	2,00	5,19	3,82	2,01	1,62	2,26	2,93	2,08	2,23	5,02
6	1,79	1,51	1,65	3,63	1,09	1,26	1,65	4,37	2,68	1,62	1,30	1,58	2,14	1,82	2,00	4,46
8	0,98	0,99	1,08	2,55	0,51	0,82	1,11	3,28	1,62	1,09	0,79	0,74	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,11	0,42	0,52	1,33	0,05	0,33	0,57	1,98	0,19	0,49	0,32	0,10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,02	0,10	0,40	0,00	0,02	0,15	0,96	0,00	0,02	0,02	0,13	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,22

DESEÑO - EJEMPLO



9. Cálculo das perdidas de radiación por sombras.

- $P_{A10} = 0,75$
- $P_{B10} = 0,75$
- $P_{B12} = 0,25$
- $P_{B8} = 0,25$
- Las perdidas por sombra seran:

$$P(\%) = 0,75 \times 0,11 + 0,75 \times 0,42 + 0,25 \times 0,02 + 0,25 \times 0,99$$

$$P(\%) = 0,65 \%$$

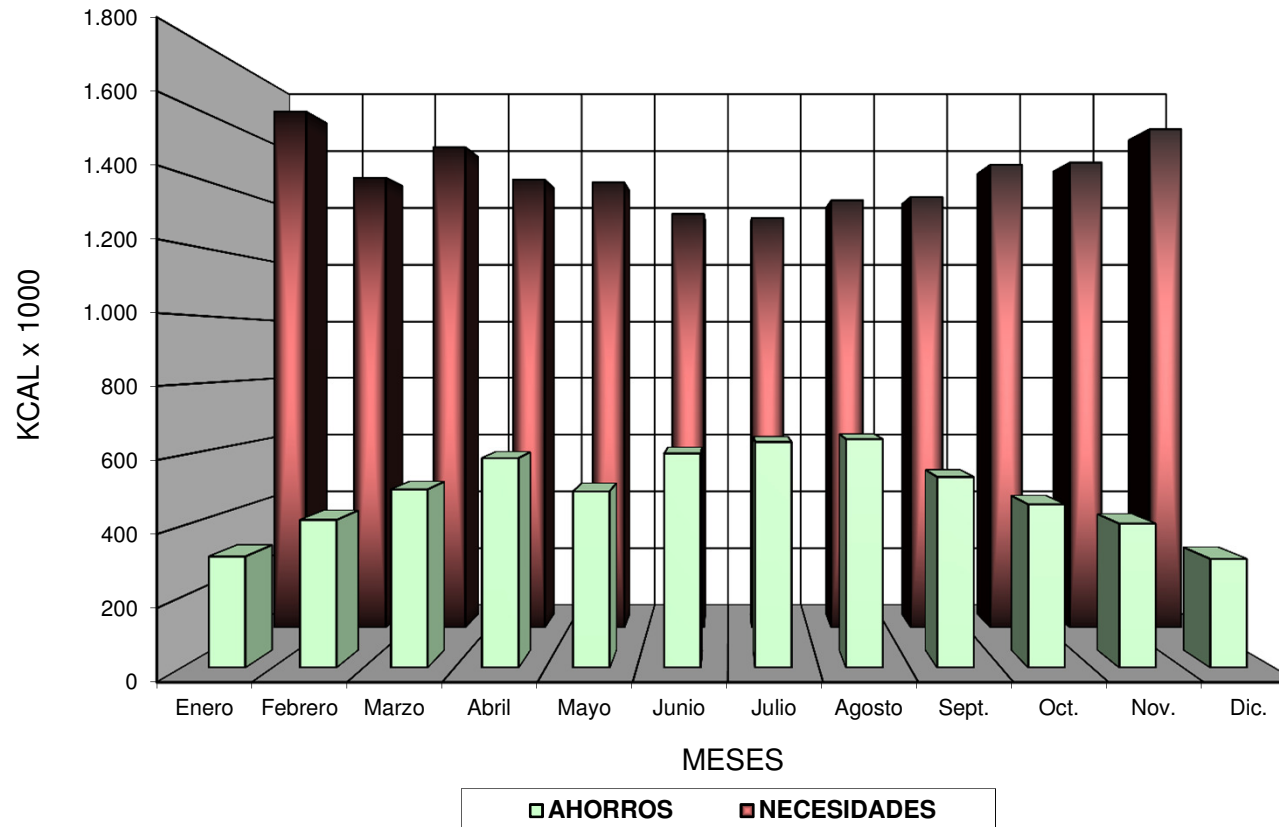
Tabla 2.4 Pérdidas límite			
Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

DESEÑO - EJEMPLO



10. Balance enerxético anual.

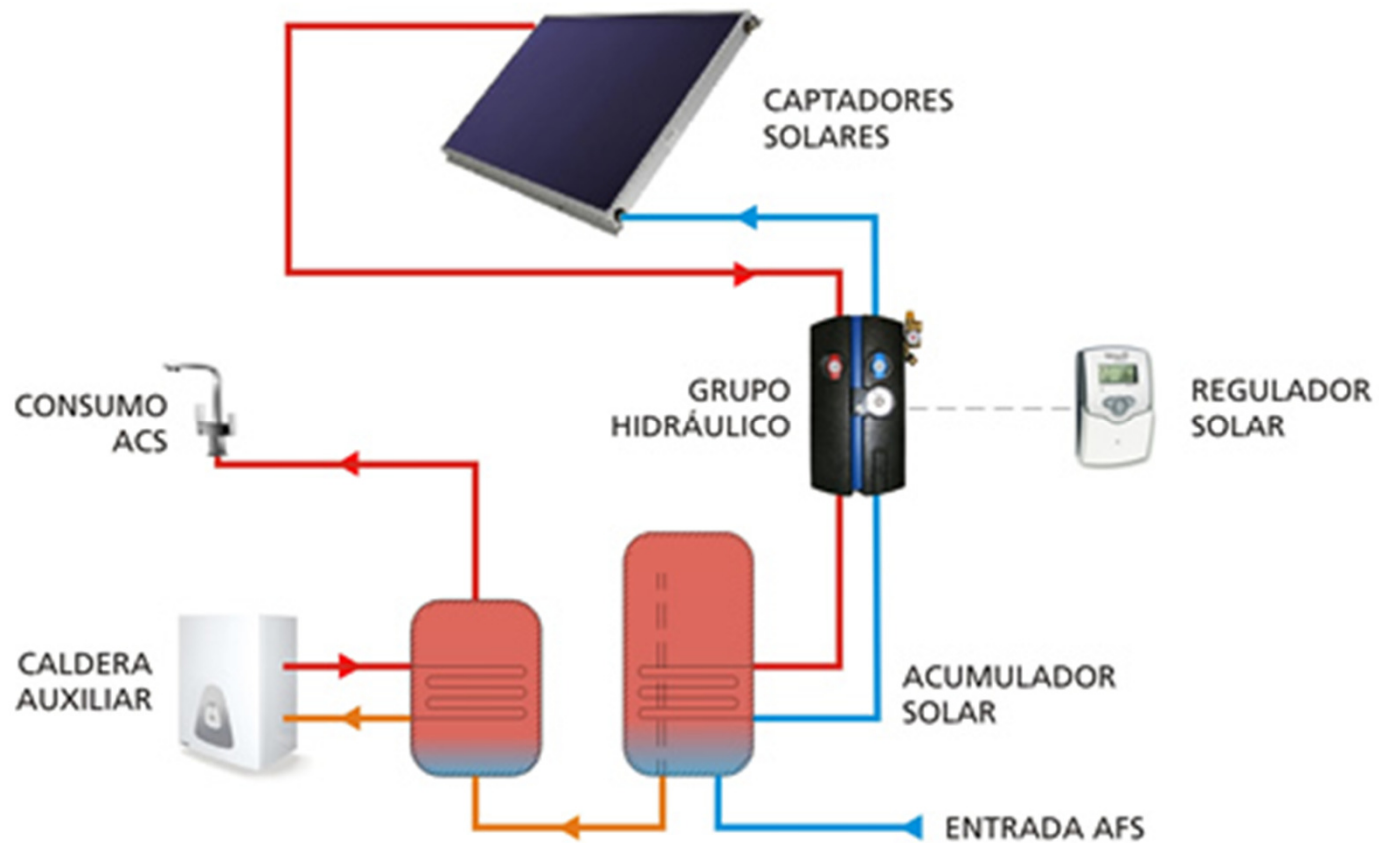
NECESIDADES E AFORROS



DESEÑO - EJEMPLO



11. Esquemas tipo.

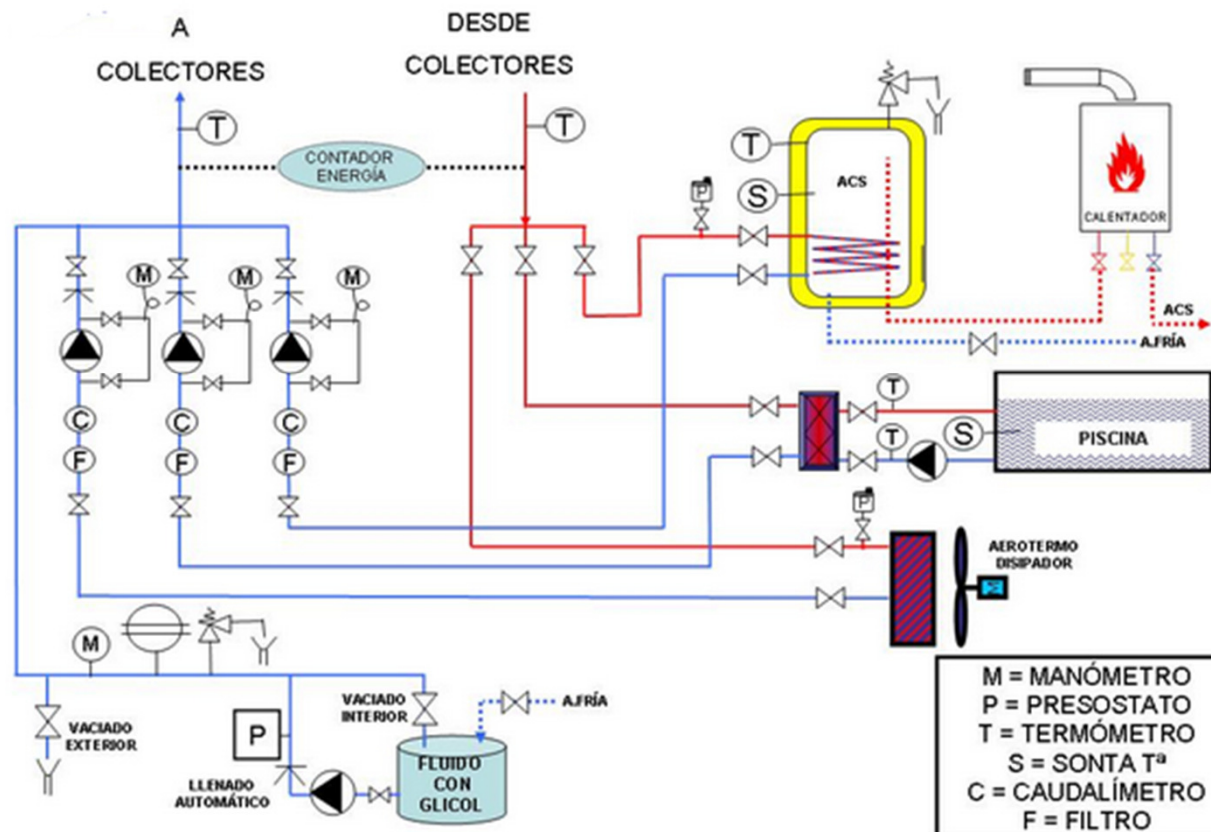


DESEÑO - EJEMPLO



11. Esquemas tipo.

ESQUEMA PRINCIPIO CENTRAL SOLAR



FIN

**MOITAS GRAZAS POLA
VOSA ATENCIÓN**

