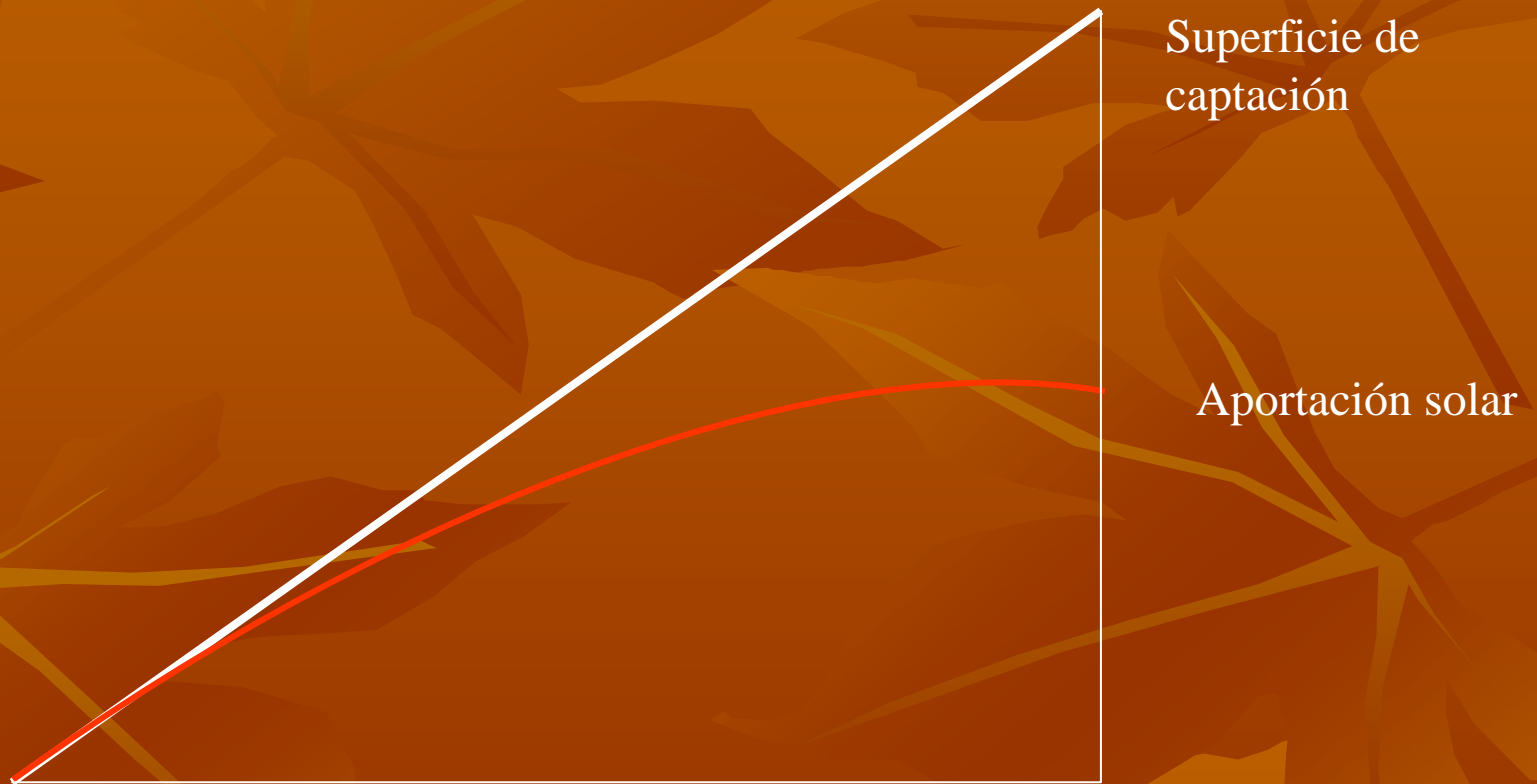


# PANELES SOLARES PLANOS

Procedimiento de cálculo mediante el  
método f-chart

# Superficie de captación-Aporte



# Condiciones de uso del método

- Empleo de datos mensuales, tanto medios como totales (climáticos, consumos, etc.)
- Sistema de calefacción o mayoritariamente de calefacción (el ACS menos del 20% del total)

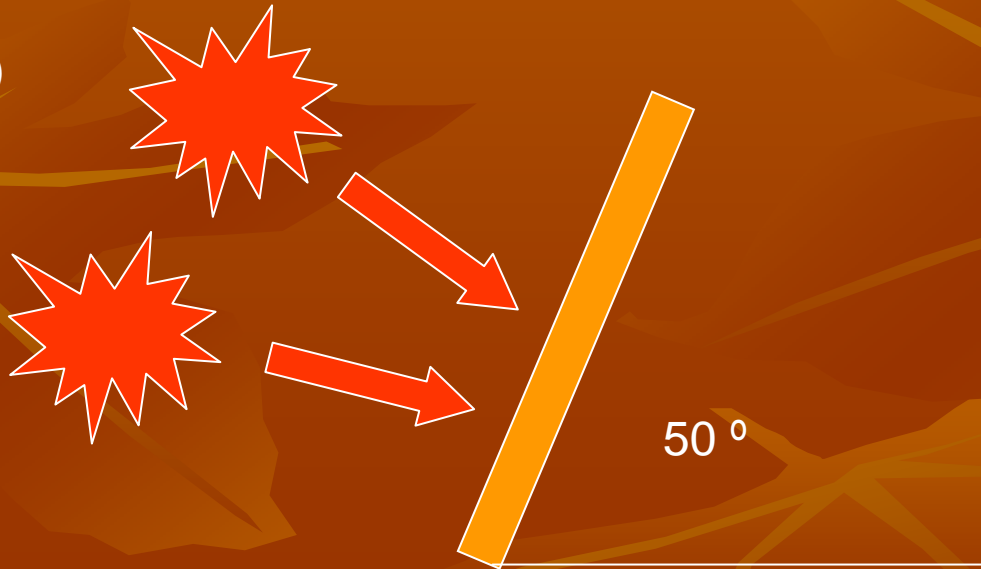
# Condiciones de uso del método

- Composición del fluido
  - 50% agua 50% anticongelante
- Flujo medio de circulación del fluido a través de los colectores
  - $0,015 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$
- Capacidad del acumulador
  - $75 \text{ l/m}^2$  (50...100  $\text{l/m}^2$ )
- Orientación de los colectores
  - Sur ( $\pm 15^\circ$ )

# Condiciones de uso del método

- **Inclinación de los colectores**
  - $\text{Latitud} + 10^\circ (\pm 15^\circ) = \text{para Madrid} = 50^\circ (\pm 15^\circ)$

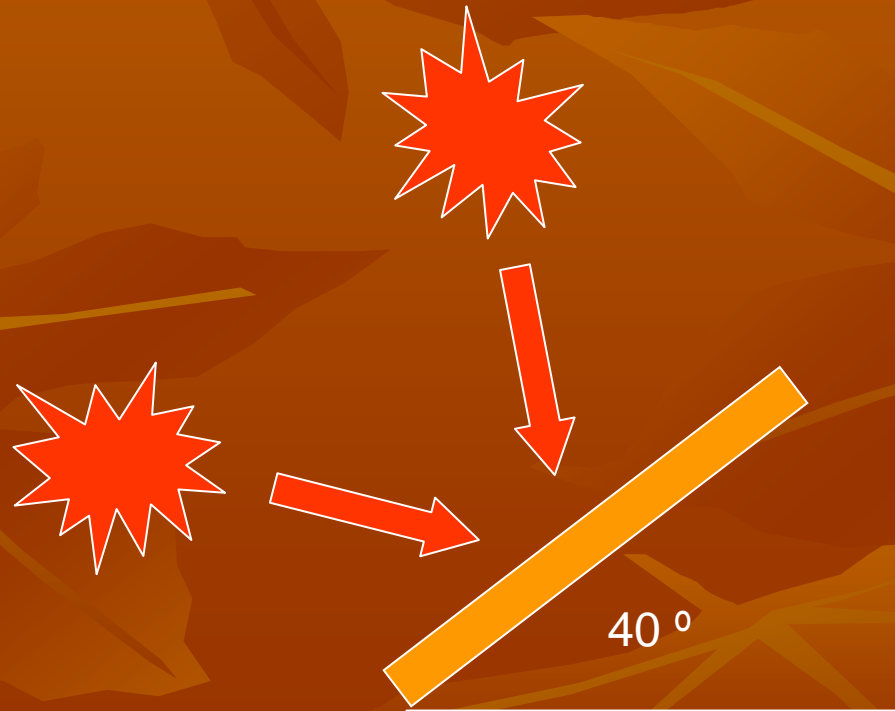
Sol del  
invierno  
(calefacción)



# Condiciones de uso del método

- **Inclinación de los colectores**
  - **Latitud ( $\pm 15^\circ$ ) = para Madrid =  $40^\circ (\pm 15^\circ)$**

Sol de todo  
el año (ACS)



# Línea de rendimiento del colector

Energía útil = Aportaciones - Pérdidas

$$\frac{Q_u}{S}$$

$$I_W \cdot (\tau\alpha)_n$$

$$U_L \cdot (T_e - \bar{T}_a)$$

=

-

# Línea de rendimiento del colector

$$\frac{Q_u}{S} = \left[ I_W \cdot (\tau\alpha)_n - U_L \cdot (T_e - \bar{T}_a) \right] \cdot F_R$$

$$\eta = \frac{Q_u}{S} = \frac{\left[ I_W \cdot (\tau\alpha)_n - U_L \cdot (T_e - \bar{T}_a) \right] F_R}{I_W} = F_R \cdot (\tau\alpha)_n - F_R \cdot U_L \cdot \frac{(T_e - \bar{T}_a)}{I_W}$$

$$\eta = F_R \cdot (\tau\alpha)_n - F_R \cdot U_L \cdot \frac{(T_e - \bar{T}_a)}{I_W}$$

Factor de eficacia de la transferencia de calor del colector



# Línea de rendimiento del colector

$$y = a + \operatorname{tg} \varphi \cdot x$$

$$a = F_R \cdot (\tau\alpha)_n$$

$$\operatorname{tg} \varphi = -F_R \cdot U_L$$

$$\eta = F_R \cdot (\tau\alpha)_n - F_R \cdot U_L \cdot \frac{(\overline{T}_e - \overline{T}_a)}{I_w}$$

# Línea de rendimiento del colector

$$y = a + \operatorname{tg} \varphi \cdot x$$

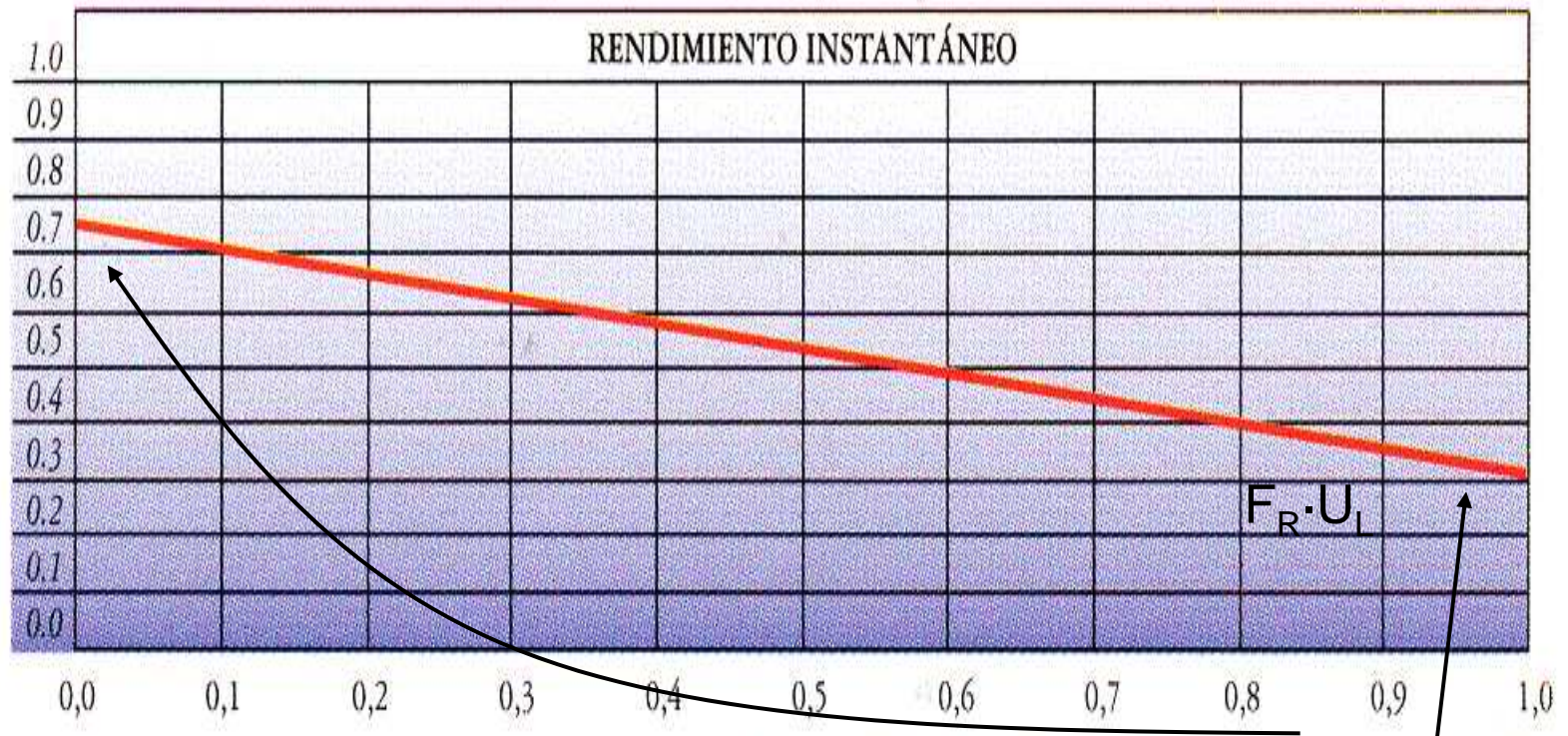
$$a = F_R \cdot (\tau\alpha)_n$$

$F_R \cdot (\tau\alpha)_n$

$-F_R \cdot U_L$

# Línea de rendimiento del colector

CURVA DE RENDIMIENTO ESTACIONARIO DEL COLECTOR:



ECUACIÓN RECOMENDADA:  $\mu = \mu_0 - a_1 T^*$      $T^* = U_0(T_e - T_a)/I$      $\mu = 0,76 - 0,45 T^*$

$F_R \cdot (\tau\alpha)_n$   
= 0,76

= 4,5

# Influencia de la orientación e inclinación

$$\left( \overline{\tau \alpha} \right)$$

Colectores con cubierta simple :  $\frac{\left( \overline{\tau \alpha} \right)}{\left( \tau \alpha \right)_n} = 0,96$

Colectores con cubierta doble :  $\frac{\left( \overline{\tau \alpha} \right)}{\left( \tau \alpha \right)_n} = 0,94$

# Influencia del intercambiador

$\overline{F_R}$

$F_R'$

$$\frac{F_R'}{\overline{F_R}} \approx 0,98$$

# Coeficientes adimensionales integradores

$$X = \frac{\text{Pérdidas del colector}}{\text{Consumo de energía}}$$

$$Y = \frac{\text{Energía solar absorbida por el colector}}{\text{Consumo de energía}}$$

# Coeficiente X

$$X = \frac{U_L \cdot S \cdot \Delta T}{Q}$$

$$X = \frac{U_L \cdot S \cdot (T_{\text{ref}} - \bar{T}_a)}{Q} \cdot F_R' \cdot N_s$$

$$\frac{X}{S} = \frac{F_R'}{F_R} \cdot F_R \cdot U_L \cdot (T_{\text{ref}} - \bar{T}_a) \cdot \frac{N_s}{Q}$$

# Coeficiente Y

$$Y = \frac{\bar{I} \cdot S \cdot (\overline{\tau\alpha})}{Q}$$

$$Y = \frac{\bar{I} \cdot S \cdot (\overline{\tau\alpha})}{Q} \cdot F_R' \cdot N_d$$

$$\frac{Y}{S} = \frac{F_R'}{F_R} \cdot F_R \cdot (\tau\alpha)_n \cdot \frac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n} \cdot \bar{I} \cdot \frac{N_d}{Q}$$



# Coeficientes X e Y

$$\frac{X}{S} = \frac{F_R'}{F_R} \cdot \underbrace{F_R \cdot U_L \cdot (T_{\text{ref}} - \bar{T}_a)}_{\text{Curva de rendimiento del colector}} \cdot \frac{N_s}{Q}$$

**0,98**

Curva de  
rendimiento del  
colector

**0,96**

$$\frac{Y}{S} = \frac{F_R'}{F_R} \cdot \underbrace{F_R \cdot (\tau\alpha)_n}_{\text{Curva de rendimiento del colector}} \cdot \frac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n} \cdot \bar{I} \cdot \frac{N_d}{Q}$$

# Coeficientes X e Y

$$\frac{X}{S} = \underbrace{\frac{F_R'}{F_R} \cdot F_R \cdot U_L \cdot (T_{\text{ref}} - \bar{T}_a)}_A \cdot \frac{N_s}{Q}$$

$$\frac{Y}{S} = \underbrace{\frac{F_R'}{F_R} \cdot F_R \cdot (\tau\alpha)_n \cdot \frac{(\bar{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n} \cdot \bar{i}}_B \cdot \frac{N_d}{Q}$$

# Coeficientes X e Y

$$\frac{X}{S} = A \cdot (T_{\text{ref}} - \bar{T}_a) \cdot \frac{N_s}{Q}$$

$$\frac{Y}{S} = B \cdot \frac{(\bar{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n} \cdot \bar{I} \cdot \frac{N_d}{Q}$$

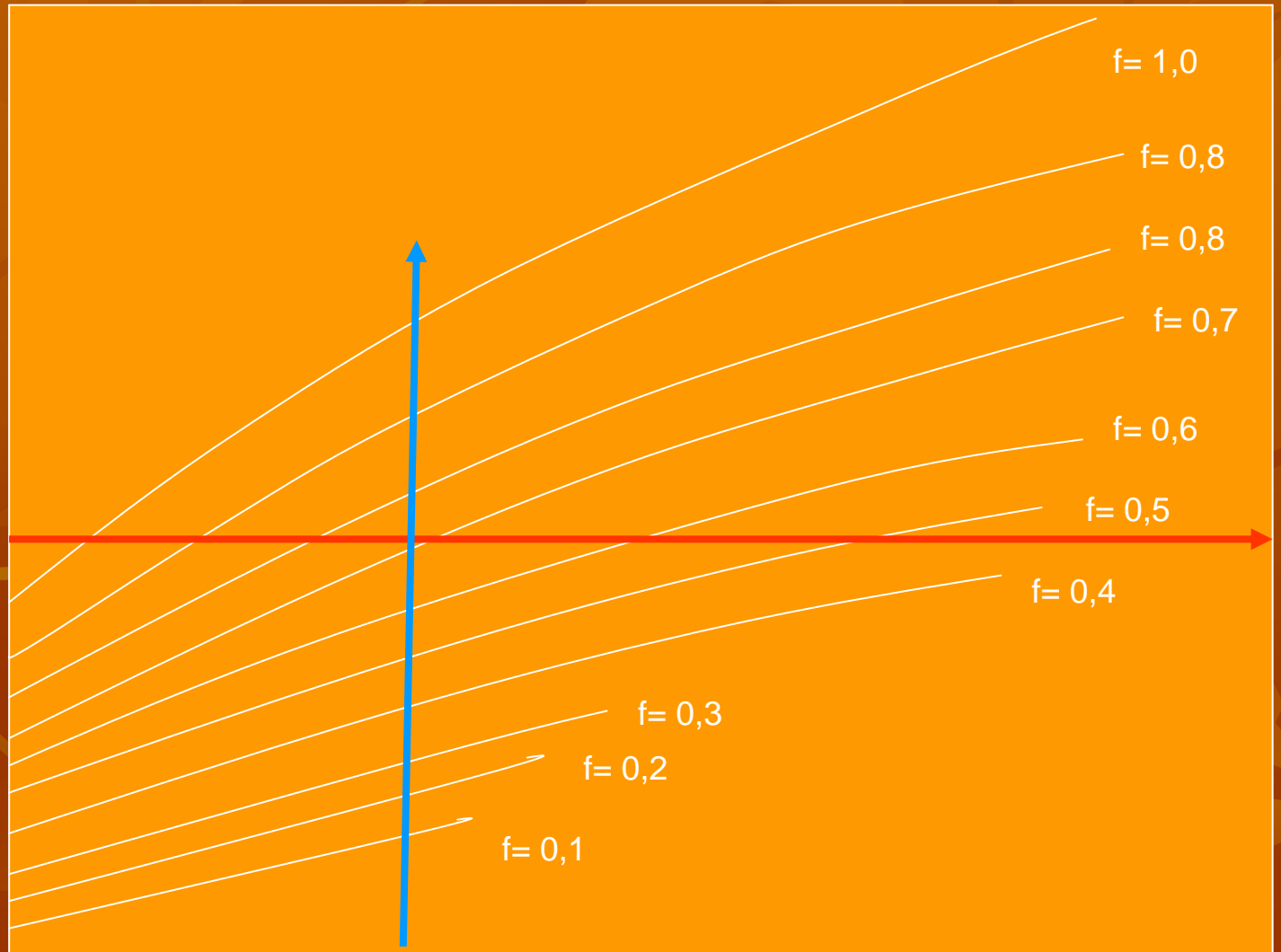
# Fórmula de f

$$f = Q_u / Q$$

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X^2 + 0,0215 \cdot Y^3$$

# Fórmula de f

Y



X

# Ejemplo de cálculo para calefacción

## CALCULO DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Localidad: Madrid

### Cálculo de aportaciones energéticas para calefacción más agua caliente sanitaria

S= 20      A= 4,41      B= 0,7448

	Ns x10 <sup>6</sup> (s)	T <sub>ref</sub> -T <sub>a</sub> (°C)	Q x10 <sup>9</sup> (J)	X	( $\tau\alpha$ )/( $\tau\alpha$ ) <sub>n</sub>	I x10 <sup>6</sup> (J/m <sup>2</sup> ·día)	Nd (d)	Y	f	f·Q x10 <sup>9</sup> (J)	AHORRO (Wh/mes)	APOYO (Wh/mes)
Enero	2,67	95,00	27,19	0,82	0,96	10,96	31	0,18	0,12	3,37	936094	6616994
Febrero	2,41	93,40	20,72	0,96	0,96	14,37	28	0,28	0,21	4,28	1189842	4565133
Marzo	2,67	90,00	14,03	1,51	0,96	17,11	31	0,54	0,39	5,53	1535734	2361896
Abril	2,59	87,30	6,73	2,96	0,96	19,54	30	1,24	0,77	5,16	1432825	437843
Mayo	2,67	84,20	0,87	22,74	0,96	18,18	31	9,25	1,00	0,87	242172	0
Junio	2,59	79,40	0,75	24,08	0,96	18,82	30	10,72	1,00	0,75	209250	0
Julio	2,67	75,80	0,78	22,93	0,96	21,22	31	12,09	1,00	0,78	216225	0
Agosto	2,67	76,30	0,78	23,08	0,96	21,41	31	12,19	1,00	0,78	216225	0
Septiembre	2,59	80,20	0,84	21,71	0,96	17,56	30	8,93	1,00	0,84	234360	0
Octubre	2,67	86,00	3,55	5,70	0,96	14,13	31	1,76	0,86	3,05	847312	139790
Noviembre	2,59	91,00	16,11	1,29	0,96	11,86	30	0,32	0,22	3,55	986402	3489658
Diciembre	2,67	94,40	25,62	0,87	0,96	11,43	31	0,20	0,14	3,56	990095	6126414
<b>Necesidades:</b>			117,99	GJ							<b>9.036.536</b>	<b>23737727</b>
<b>Aportaciones:</b>										32,532		

fmedio= 0,28

# Ejemplo de cálculo para calefacción

## CALCULO DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Localidad: Madrid

### Cálculo de aportaciones energéticas para calefacción más agua caliente sanitaria

S= 40      A= 4,41      B= 0,7448

	Ns x10 <sup>6</sup> (s)	T <sub>ref</sub> -T <sub>a</sub> (°C)	Q x10 <sup>9</sup> (J)	X	(τ <sub>α</sub> )/(τ <sub>α</sub> ) <sub>n</sub>	I x10 <sup>6</sup> (J/m <sup>2</sup> ·día)	Nd (d)	Y	f	f·Q x10 <sup>9</sup> (J)	AHORRO (Wh/mes)	APOYO (Wh/mes)
<b>Enero</b>	2,67	95,00	27,19	1,65	0,96	10,96	31	0,36	0,24	6,40	1777948	5775140
<b>Febrero</b>	2,41	93,40	20,72	1,92	0,96	14,37	28	0,56	0,38	7,91	2197041	3557934
<b>Marzo</b>	2,67	90,00	14,03	3,02	0,96	17,11	31	1,08	0,67	9,45	2624731	1272899
<b>Abril</b>	2,59	87,30	6,73	5,92	0,96	19,54	30	2,49	1,00	6,73	1870668	0
<b>Mayo</b>	2,67	84,20	0,87	45,49	0,96	18,18	31	18,49	1,00	0,87	242172	0
<b>Junio</b>	2,59	79,40	0,75	48,16	0,96	18,82	30	21,44	1,00	0,75	209250	0
<b>Julio</b>	2,67	75,80	0,78	45,86	0,96	21,22	31	24,17	1,00	0,78	216225	0
<b>Agosto</b>	2,67	76,30	0,78	46,17	0,96	21,41	31	24,38	1,00	0,78	216225	0
<b>Septiembre</b>	2,59	80,20	0,84	43,43	0,96	17,56	30	17,86	1,00	0,84	234360	0
<b>Octubre</b>	2,67	86,00	3,55	11,40	0,96	14,13	31	3,53	1,00	3,55	987102	0
<b>Noviembre</b>	2,59	91,00	16,11	2,58	0,96	11,86	30	0,63	0,40	6,48	1799032	2677028
<b>Diciembre</b>	2,67	94,40	25,62	1,74	0,96	11,43	31	0,40	0,26	6,73	1870076	5246433
<b>Necesidades:</b>			117,99	GJ							<b>14.244.830</b>	<b>18529433</b>
<b>Aportaciones:</b>										51,281		

f<sub>medio</sub>= 0,43

# Ejemplo de cálculo para calefacción

## CALCULO DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Localidad: Madrid

### Cálculo de aportaciones energéticas para calefacción más agua caliente sanitaria

S= 80      A= 4,41      B= 0,7448

	Ns x10 <sup>6</sup> (s)	T <sub>ref</sub> -T <sub>a</sub> (°C)	Q x10 <sup>9</sup> (J)	X	( $\tau\alpha$ )/( $\tau\alpha$ ) <sub>n</sub>	I x10 <sup>6</sup> (J/m <sup>2</sup> ·día)	Nd (d)	Y	f	f·Q x10 <sup>9</sup> (J)	AHORRO (Wh/mes)	APOYO (Wh/mes)
<b>Enero</b>	2,67	95,00	27,19	3,29	0,96	10,96	31	0,71	0,42	11,52	3201184	4351904
<b>Febrero</b>	2,41	93,40	20,72	3,83	0,96	14,37	28	1,11	0,65	13,42	3727154	2027820
<b>Marzo</b>	2,67	90,00	14,03	6,04	0,96	17,11	31	2,16	0,97	13,61	3780302	117328
<b>Abril</b>	2,59	87,30	6,73	11,85	0,96	19,54	30	4,98	1,00	6,73	1870668	0
<b>Mayo</b>	2,67	84,20	0,87	90,98	0,96	18,18	31	36,99	1,00	0,87	242172	0
<b>Junio</b>	2,59	79,40	0,75	96,31	0,96	18,82	30	42,87	1,00	0,75	209250	0
<b>Julio</b>	2,67	75,80	0,78	91,73	0,96	21,22	31	48,34	1,00	0,78	216225	0
<b>Agosto</b>	2,67	76,30	0,78	92,33	0,96	21,41	31	48,77	1,00	0,78	216225	0
<b>Septiembre</b>	2,59	80,20	0,84	86,86	0,96	17,56	30	35,71	1,00	0,84	234360	0
<b>Octubre</b>	2,67	86,00	3,55	22,80	0,96	14,13	31	7,05	1,00	3,55	987102	0
<b>Noviembre</b>	2,59	91,00	16,11	5,16	0,96	11,86	30	1,26	0,66	10,71	2975741	1500319
<b>Diciembre</b>	2,67	94,40	25,62	3,47	0,96	11,43	31	0,79	0,47	11,98	3328141	3788368
<b>Necesidades:</b>			117,99	GJ							<b>20.988.524</b>	<b>11785740</b>
<b>Aportaciones:</b>										75,559		

fmedio= 0,64



# Resumen

- 20 m<sup>2</sup> 0,28
- 40 m<sup>2</sup> 0,43 Inversión (+100%) Rendimiento (+15%)
- 80 m<sup>2</sup> 0,64 Inversión (+100%) Rendimiento (+21%)
- 160 m<sup>2</sup> 0,84 Inversión (+100%) Rendimiento (+20%)

# Aplicación para ACS

$$X_c = X \cdot F_c = X \cdot \frac{11,6 + 1,18 \cdot T_r + 3,86 T_c - 2,32 \cdot \bar{T}_a}{100 - \bar{T}_a}$$

# Ejemplo de cálculo de ACS

## CALCULO DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Localidad: Madrid

### Cálculo de aportaciones energéticas para agua caliente sanitaria

S= 2 m<sup>2</sup>      A= 4,41      B= 0,7448

	Ns x10 <sup>6</sup> (s)	T <sub>ref</sub> -T <sub>a</sub> (°C)	Q x10 <sup>9</sup> (J)	X	Xc	(τ <sub>a</sub> )/(τ <sub>a</sub> ) <sub>n</sub>	I x10 <sup>6</sup> (J/m <sup>2</sup> ·día)	Nd (d)	Y	f	f·Q x10 <sup>9</sup> (J)	AHORRO (Wh/mes)	APOYO (Wh/mes)
Enero	2,67	95,0	0,996	2,25	4,52	0,96	10,962	31	0,49	0,19	0,19	52274	224494
Febrero	2,41	93,4	0,844	2,35	4,73	0,96	14,373	28	0,68	0,33	0,28	76777	157583
Marzo	2,67	90,0	0,934	2,27	4,53	0,96	17,112	31	0,81	0,43	0,40	111035	148435
Abril	2,59	87,3	0,904	2,21	4,39	0,96	19,538	30	0,93	0,51	0,46	128108	122992
Mayo	2,67	84,2	0,872	2,27	4,49	0,96	18,185	31	0,92	0,50	0,44	121879	120293
Junio	2,59	79,4	0,753	2,41	4,71	0,96	18,821	30	1,07	0,58	0,44	121758	87492
Julio	2,67	75,8	0,778	2,29	4,44	0,96	21,222	31	1,21	0,67	0,52	144974	71251
Agosto	2,67	76,3	0,778	2,31	4,48	0,96	21,407	31	1,22	0,67	0,52	145807	70418
Septiembre	2,59	80,2	0,844	2,17	4,25	0,96	17,558	30	0,89	0,49	0,42	115966	118394
Octubre	2,67	86,0	0,934	2,17	4,30	0,96	14,131	31	0,67	0,34	0,32	88272	171198
Noviembre	2,59	91,0	0,904	2,30	4,60	0,96	11,863	30	0,56	0,24	0,22	61389	189711
Diciembre	2,67	94,4	0,996	2,23	4,49	0,96	11,435	31	0,51	0,21	0,21	57380	219388
<b>Necesidades:</b>			10,538 GJ					<b>Aportaciones:</b>			4,412	<b>1.225.620</b>	<b>1.701.648</b>

fmedio= 0,42

# Ejemplo de cálculo de ACS

## CALCULO DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Localidad: Madrid

### Cálculo de aportaciones energéticas para agua caliente sanitaria

S= 4 m<sup>2</sup>      A= 4,41      B= 0,7448

	Ns x10 <sup>6</sup> (s)	T <sub>ref</sub> -T <sub>a</sub> (°C)	Q x10 <sup>9</sup> (J)	X	Xc	(τ <sub>α</sub> )/(τ <sub>α</sub> ) <sub>n</sub>	I x10 <sup>6</sup> (J/m <sup>2</sup> ·día)	Nd (d)	Y	f	f·Q x10 <sup>9</sup> (J)	AHORRO (Wh/mes)	APOYO (Wh/mes)
Enero	2,67	95,0	0,996	4,49	9,05	0,96	10,962	31	0,98	0,35	0,35	96820	179948
Febrero	2,41	93,4	0,844	4,71	9,46	0,96	14,373	28	1,36	0,55	0,46	128584	105776
Marzo	2,67	90,0	0,934	4,54	9,07	0,96	17,112	31	1,62	0,68	0,63	175341	84129
Abril	2,59	87,3	0,904	4,41	8,77	0,96	19,538	30	1,85	0,77	0,70	193639	57461
Mayo	2,67	84,2	0,872	4,55	8,99	0,96	18,185	31	1,85	0,76	0,66	184601	57571
Junio	2,59	79,4	0,753	4,82	9,41	0,96	18,821	30	2,14	0,84	0,63	175648	33602
Julio	2,67	75,8	0,778	4,59	8,89	0,96	21,222	31	2,42	0,92	0,72	199793	16432
Agosto	2,67	76,3	0,778	4,62	8,96	0,96	21,407	31	2,44	0,93	0,72	200293	15932
Septiembre	2,59	80,2	0,844	4,34	8,51	0,96	17,558	30	1,79	0,76	0,64	177173	57187
Octubre	2,67	86,0	0,934	4,34	8,60	0,96	14,131	31	1,34	0,57	0,53	146724	112746
Noviembre	2,59	91,0	0,904	4,60	9,20	0,96	11,863	30	1,13	0,43	0,39	108707	142393
Diciembre	2,67	94,4	0,996	4,46	8,98	0,96	11,435	31	1,02	0,38	0,38	104454	172314
<b>Necesidades:</b>			10,538	GJ					<b>Aportaciones:</b>		6,810	<b>1.891.776</b>	<b>1.035.492</b>
									fmedio=	0,65			

# Ejemplo de cálculo de ACS

## CALCULO DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Localidad: Madrid

### Cálculo de aportaciones energéticas para agua caliente sanitaria

S= 8 m<sup>2</sup>      A= 4,41      B= 0,7448

	Ns x10 <sup>6</sup> (s)	T <sub>ref</sub> -T <sub>a</sub> (°C)	Q x10 <sup>9</sup> (J)	X	Xc	(τ <sub>a</sub> )/(τ <sub>a</sub> ) <sub>n</sub>	I x10 <sup>6</sup> (J/m <sup>2</sup> ·día)	Nd (d)	Y	f	f.Q x10 <sup>9</sup> (J)	AHORRO (Wh/mes)	APOYO (Wh/mes)
Enero	2,67	95,0	0,996	8,98	18,10	0,96	10,962	31	1,95	0,65	0,65	179301	97467
Febrero	2,41	93,4	0,844	9,41	18,91	0,96	14,373	28	2,73	0,83	0,70	195668	38692
Marzo	2,67	90,0	0,934	9,08	18,13	0,96	17,112	31	3,25	0,91	0,85	235471	23999
Abril	2,59	87,3	0,904	8,82	17,54	0,96	19,538	30	3,71	0,96	0,86	240263	10837
Mayo	2,67	84,2	0,872	9,10	17,97	0,96	18,185	31	3,70	0,96	0,83	231361	10811
Junio	2,59	79,4	0,753	9,63	18,83	0,96	18,821	30	4,29	1,00	0,75	209250	0
Julio	2,67	75,8	0,778	9,17	17,77	0,96	21,222	31	4,83	1,00	0,78	216225	0
Agosto	2,67	76,3	0,778	9,23	17,91	0,96	21,407	31	4,88	1,00	0,78	216225	0
Septiembre	2,59	80,2	0,844	8,69	17,01	0,96	17,558	30	3,57	0,94	0,80	221362	12998
Octubre	2,67	86,0	0,934	8,67	17,20	0,96	14,131	31	2,68	0,83	0,77	214543	44927
Noviembre	2,59	91,0	0,904	9,20	18,41	0,96	11,863	30	2,25	0,73	0,66	184247	66853
Diciembre	2,67	94,4	0,996	8,92	17,96	0,96	11,435	31	2,04	0,67	0,67	186492	90276
<b>Necesidades:</b>			10,538 GJ					<b>Aportaciones:</b>			9,109	<b>2.530.409</b>	<b>396.859</b>

fmedio= 0,86

# Resumen

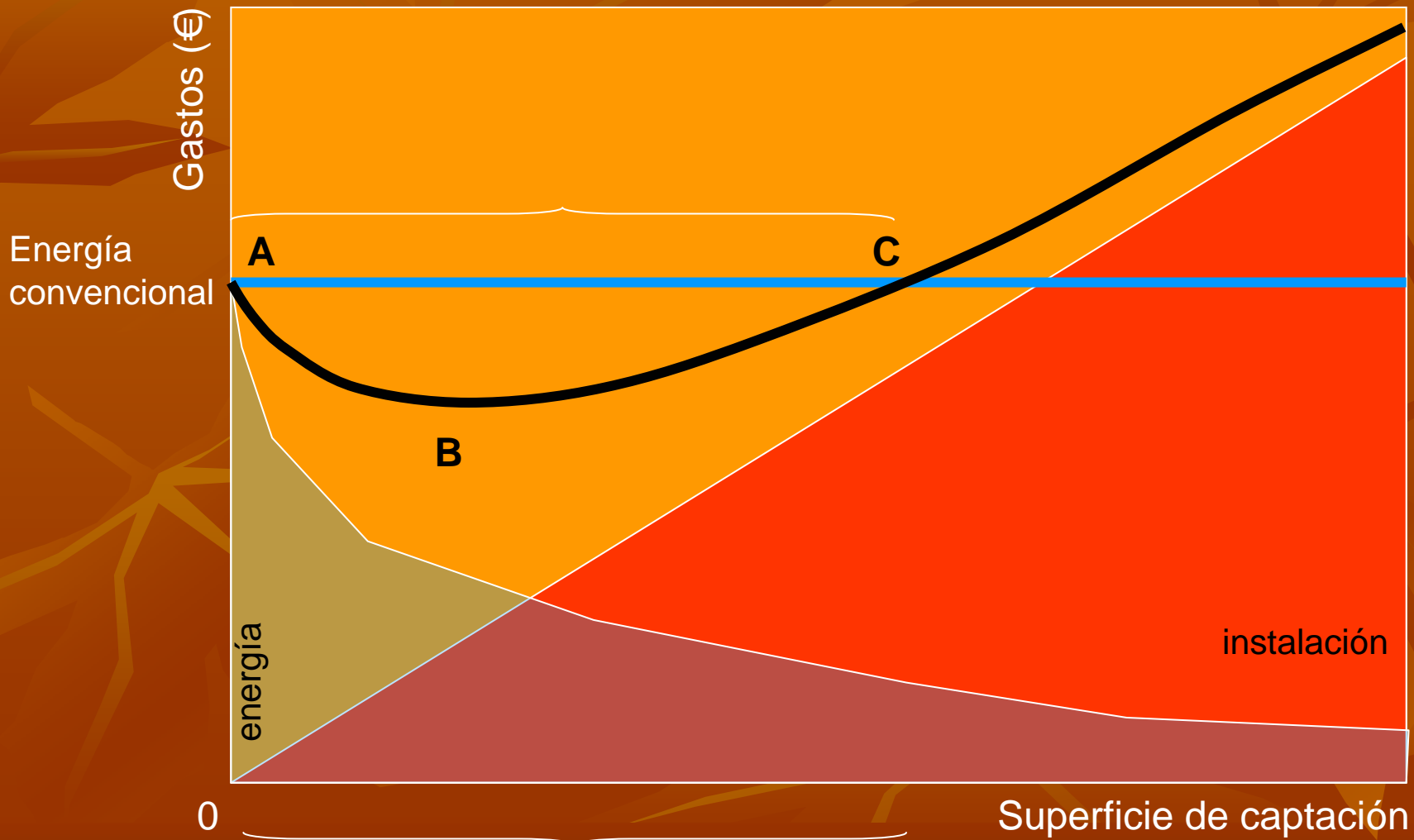
- 2 m<sup>2</sup> 0,42
- 4 m<sup>2</sup> 0,65 Inversión (+100%) Rendimiento (+23%)
- 8 m<sup>2</sup> 0,86 Inversión (+100%) Rendimiento (+21%)
- 10 m<sup>2</sup> 0,95 Inversión (+100%) Rendimiento (+9%)

# Correcciones a las condiciones de partida

Corrección a la acumulación

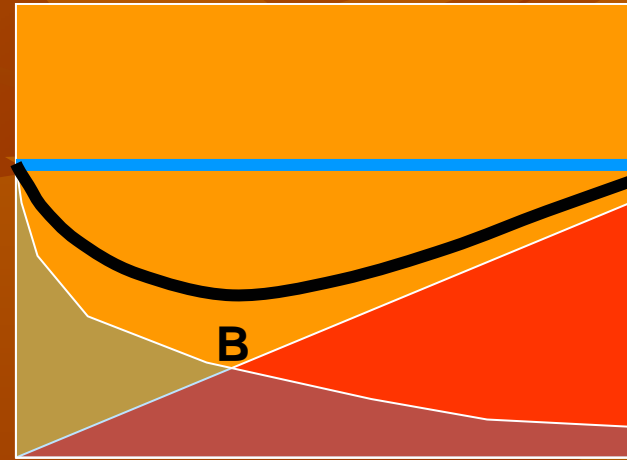
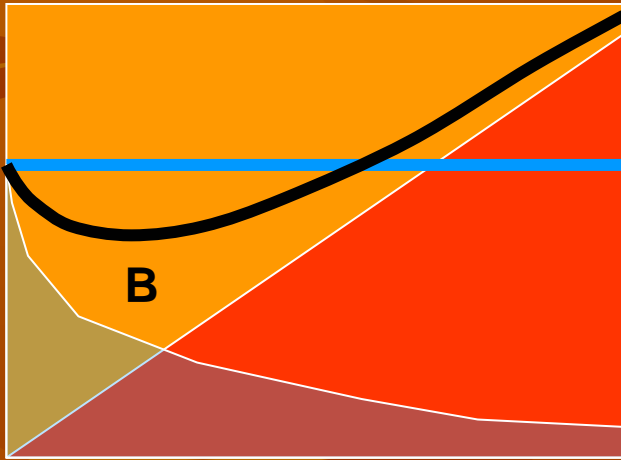
$$X_c = X \cdot F_c = X \cdot \left( \frac{CAL}{75} \right)^{-0,25}$$

# Dimensionado óptimo

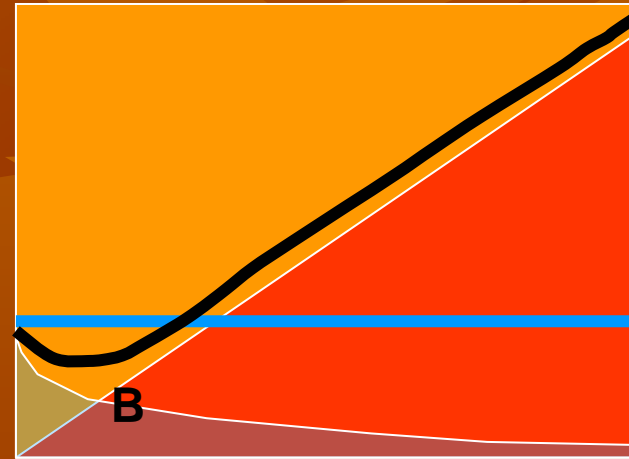
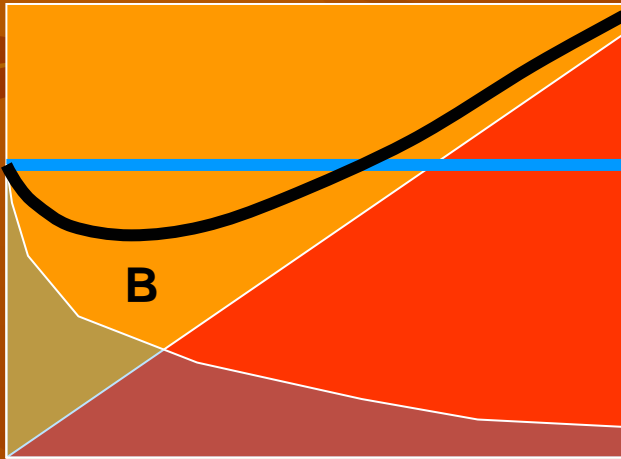




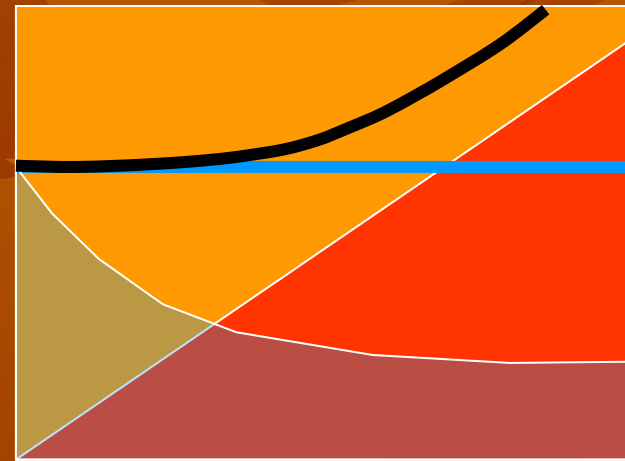
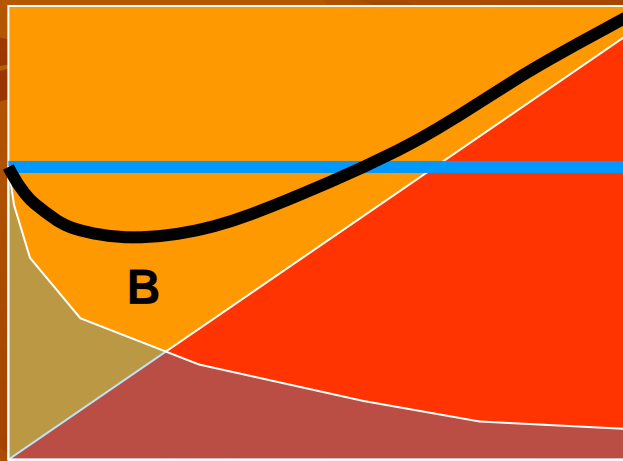
# Influencia en el dimensionado óptimo de una instalación barata



# Influencia en el dimensionado óptimo de una energía barata



# Influencia en el dimensionado óptimo de un rendimiento malo



# Cumplimiento de la Ordenanza sobre Captación de Energía Solar para Usos Térmicos de Madrid

- Edificio de 100 viviendas
  - 50 de 4 dormitorios ( $50 \times 6 = 300$  personas)
  - 30 de 3 dormitorios ( $30 \times 4 = 120$  personas)
  - 20 de 2 dormitorios ( $20 \times 3 = 60$  personas)

Total: 480 personas

$22 \text{ l/persona} \cdot \text{día} \times 480 = 10560 \text{ l/día a } 60 \text{ °C}$

% aporte solar mínimo exigido: 75%

## CALCULO DE COLECTORES SOLARES PLANOS

Localidad: Madrid

### Cálculo de aportaciones energéticas para agua caliente sanitaria

S= 400 m<sup>2</sup>

A= 4,41

B= 0,7448

	Ns x10 <sup>6</sup> (s)	T <sub>ref</sub> -T <sub>a</sub> (°C)	Q x10 <sup>9</sup> (J)	X	Xc	(τ <sub>a</sub> )/(τ <sub>a</sub> ) <sub>n</sub>	I x10 <sup>6</sup> (J/m <sup>2</sup> ·día)	Nd (d)	Y	f	f·Q x10 <sup>9</sup> (J)	AHORRO (Wh/mes)	APOYO (Wh/mes)
Enero	2,67	95,0	71,240	6,28	12,65	0,96	10,962	31	1,36	0,47	33,35	9263837	10525075
Febrero	2,41	93,4	61,871	6,42	12,90	0,96	14,373	28	1,86	0,67	41,20	11444211	5742189
Marzo	2,67	90,0	68,500	6,19	12,36	0,96	17,112	31	2,21	0,78	53,59	14886243	4141557
Abril	2,59	87,3	66,290	6,02	11,96	0,96	19,538	30	2,53	0,86	57,22	15894173	2519827
Mayo	2,67	84,2	65,760	6,03	11,91	0,96	18,185	31	2,45	0,85	55,77	15491672	2775016
Junio	2,59	79,4	59,661	6,08	11,89	0,96	18,821	30	2,71	0,90	53,60	14887653	1684947
Julio	2,67	75,8	61,650	5,79	11,22	0,96	21,222	31	3,05	0,97	59,61	16558836	566184
Agosto	2,67	76,3	61,650	5,83	11,31	0,96	21,407	31	3,08	0,97	59,70	16582264	542756
Septiembre	2,59	80,2	63,639	5,76	11,28	0,96	17,558	30	2,37	0,84	53,72	14921260	2756180
Octubre	2,67	86,0	68,500	5,91	11,72	0,96	14,131	31	1,83	0,68	46,53	12926266	6101534
Noviembre	2,59	91,0	66,290	6,27	12,55	0,96	11,863	30	1,54	0,55	36,32	10089294	8324706
Diciembre	2,67	94,4	71,240	6,24	12,56	0,96	11,435	31	1,42	0,50	35,45	9848399	9940513

Necesidades: 786,29 GJ

Aportaciones: 586,06

162794106 55620486

fmedio= 0,75

400 m<sup>2</sup> → 200 colectores (2 x 1 m)

Una tira de 200 colectores (200 m de longitud)

Dos tiras de 100 colectores (100 m por ?)

Sol desde las 8:00 a las 16:00 (horas solares)

AVS a las 8:00: 12,10 °

# Separación entre tiras de colectores

En enero, Sol desde las 8:00 a las 16:00 (horas solares)

AVS a las 8:00:  $12,10^\circ$

$h_{col}$ : Altura del colector (2 m)

L: Latitud del lugar ( $40^\circ$  para Madrid)

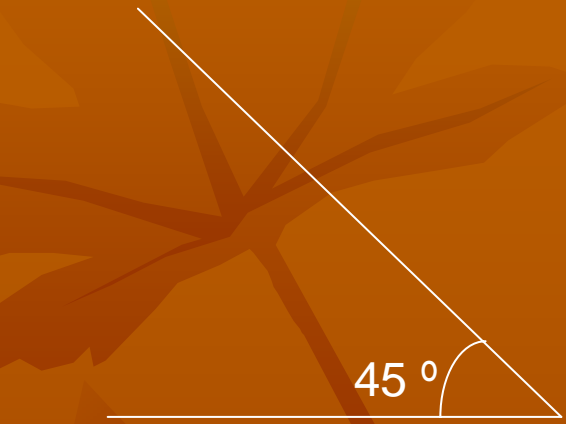
Separación de colectores:

$$h_{col} \cdot \cos L + h_{col} \cdot \sin L / \operatorname{tg} AVS$$

Separación de colectores en Madrid: 7,53 m



$d = h = 1,29 \text{ m}$

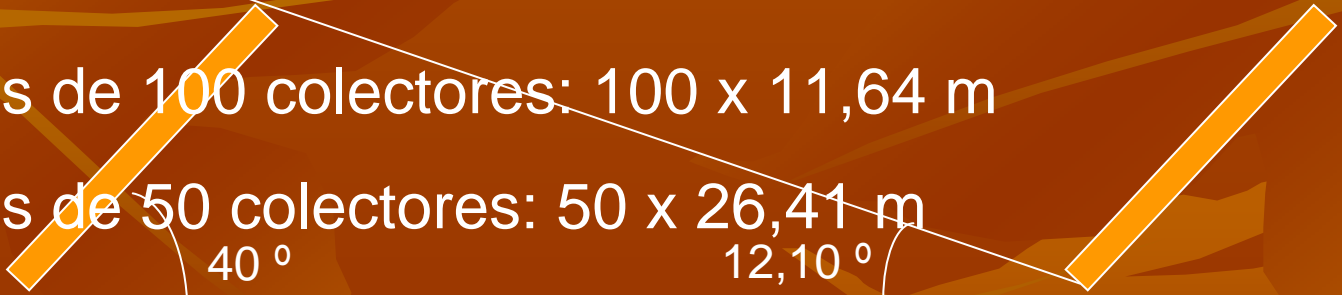


2,82 m

2 tiras de 100 colectores: 100 x 11,64 m

4 tiras de 50 colectores: 50 x 26,41 m

5 tiras de 40 colectores: 40 x 34,23 m



7,53 m





2 tiras de 100 colectores: 50 x 20,45 m

4 tiras de 50 colectores: 25 x 50,57 m

5 tiras de 40 colectores: 20 x 65,63 m

40°

12,10°

15,06 m

2,57 < 3,75 m



# Líneas de rendimiento de diferentes tipos de colectores

