

EJEMPLO DE CALCULO DE CONTRIBUCION SOLAR MINIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DEL CTE EH-4

Este ejemplo ha sido desarrollado a través de la aplicación On line de la web konstruir.com

Es una aplicación On line gratuita, puedes [acceder a ella y probarla.](#)



[ACCEDE A LA APLICACION](#)

Datos de ejemplo.

Tenemos una escuela con 800 alumnos, situadas en Asturias, con energía de apoyo basada en gas natural, y el resto de datos los que aparecen.

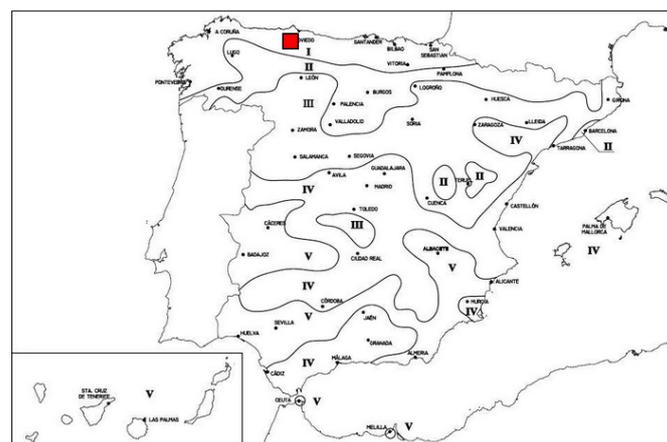
DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONSUMO.		DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.										
*Tipo de edificio: Escuelas		Dimensionamiento de la instalación <input checked="" type="radio"/> Cálculo Automático / <input type="radio"/> Comprobación de resultados										
*Numero: 800 de alumnos												
*Cantidad: 3 l de agua por alumno. (3 ACS a 60° - CTE)												
k- Factor de simultaneidad: 1 (Valores de 1-0)		*Modelo de Captador:	FAGOR SOLARIA-2.4 G S8									
		<input type="button" value="Añadir captador"/>										
*Zona climática: I	 SELECCIONAR EN EL MAPA	*Inclinación respecto a la horizontal: 45										
*Provincia: ASTURIAS		Desorientación Sur: 20 ° (Valores de 0°-90°)										
*Temperatura de utilización ACS: 60 °C		Perdidas por sombras sobre los captadores: 10 % <input type="button" value="Método"/>										
*Energía de apoyo: General: gasóleo, propano, gas natural, u otras		*Perdidas por: Superposición										
Los datos marcados con * son obligatorios.		<input type="button" value="Constante consideradas en el calculo"/>										
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN (%)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
%Ocupación estimada	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<input type="button" value="DATOS PROYECTO"/>		Ver resumen de resultados <input type="button" value="CALCULAR"/>										

PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE POR MEDIO DE ENERGÍA SOLAR CTE DB-HE-4

Cálculos de superficie de captación para la producción de agua caliente sanitarias, con el objetivo de cumplir con la contribución marcada por la fracción solar mínima establecida en el CTE.

DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONSUMO.

La tipología de edificio es : **Escuelas**
 En el establecimiento se preveen 800 alumnos.
 Con un consumo previsto de 3 litros por alumno.
 La Temperatura de utilización prevista es de 60 °C.
 Consumo total = 2400 litros por día.



DATOS GEOGRÁFICOS	
Provincia:	ASTURIAS
Latitud de cálculo:	43°
Zona Climática :	I

Los porcentajes de utilización a lo largo del año previstos son:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGIA

	CÁLCULO ENERGÉTICO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo de agua [L/día]:	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Tª. media agua red [°C]:	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6
Incremento Ta. [°C]:	54	53	51	49	48	47	46	47	48	49	51	54
Deman. Ener. [KWh]:	4.660	4.131	4.402	4.092	4.143	3.925	3.970	4.056	4.009	4.229	4.260	4.660

Total demanda energética anual: 50.538 KWh

DATOS RELATIVOS AL SISTEMA

DATOS DEL CAPTADOR SELECCIONADO		Factor de eficiencia óptica	0,772
Modelo	FAGOR SOLARIA-2.4 G S8	Coeficiente global de pérdidas	4,680 W/(m ² .°C)
Dimensiones:	1,090 m x 2,20 m.	Área Útil	2,14 m ² .

13 captadores con un área útil de captación de 27.82 m². Volumen de acumulación ACS de 1960 l

Datos de posición	
Inclinación:	45 °
Desorientación con el sur:	20 °

Pérdidas en el caso Superposición	
Pérdidas por inclinación. (óptima 45°)	0,00%
Pérdidas por desorientación con el sur:	1,40%
Pérdidas por sombras	10 %

Se hace un cálculo de pérdida por orientación con respecto a Sur a través de la formula $\text{por} = 3,5 * 10^{-5} * a^2$.

Se hace un cálculo del valor de pérdidas por inclinación del captador, diferente a la óptima (la latitud 45°), a partir de una media ponderada de los valores de pérdida por inclinación comparados con la orientación óptima. Los datos de pérdida por inclinación sobre una superficie horizontal se han extraído de las tablas Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. Contienen datos en intervalos de 5°, por ello nos calculan pérdidas en función a ese incremento.

Constantes consideradas en el cálculo	
Factor corrector conjunto captador-intercambiador	0.95
Modificador del ángulo de incidencia	0.96
Temperatura mínima ACS	45°

CALCULO ENERGÉTICO MEDIANTE EL METODO F-CHART

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rad. horiz. [kWh/m ² .mes]:	45,57	59,92	91,14	101,70	129,27	126,60	144,77	127,41	103,20	84,32	49,20	39,68
Coef. K. incl[45°] lat[43°]	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
Rad. inclin. [kWh/m ² .mes]:	58,64	70,72	96,24	94,76	108,98	102,23	122,05	119,85	113,56	108,50	69,42	55,28
Deman. Ener. [KWh]:	4.660	4.131	4.402	4.092	4.143	3.925	3.970	4.056	4.009	4.229	4.260	4.660
Ener. Ac. Cap. [KWh/mes]:	1.149	1.385	1.885	1.856	2.135	2.002	2.391	2.347	2.224	2.125	1.360	1.083
D1=EA/DE	0,25	0,34	0,43	0,45	0,52	0,51	0,60	0,58	0,55	0,50	0,32	0,23
K1	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
K2	0,74	0,78	0,83	0,90	0,91	0,91	0,90	0,87	0,84	0,85	0,81	0,72
Ener. Per. Cap. [KWh/mes]:	6.261	5.981	6.910	7.175	7.341	6.824	6.762	6.618	6.265	6.764	6.477	6.044
D2=EP/DE	1,34	1,45	1,57	1,75	1,77	1,74	1,70	1,63	1,56	1,60	1,52	1,30
f	0,15	0,23	0,30	0,31	0,36	0,36	0,43	0,42	0,40	0,36	0,21	0,14
EU=f*DE	722	942	1.320	1.268	1.485	1.399	1.707	1.689	1.612	1.516	893	675

Total producción energética útil anual: 15.228 KWh

RESULTADOS

RESULTADO OBTENIDOS

Total demanda energética anual:	50.538 KWh
Total producción energética útil anual:	15.228 KWh
Factor F anual aportado de:	30%

EXIGENCIAS DEL CTE

Zona climática tipo:	I
Sistema de energía de apoyo tipo:	General: gasóleo, propano, gas natural, u otras
Contribución Solar Mínima:	30%

CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

EXIGENCIAS DEL CTE Respecto al límite de pérdidas por orientación o inclinación

	Orien. e incl.	Sombras.	Total
Pérdida permitidas en CTE. Caso Superposición	20%	15%	30%
Pérdida en el proyecto	1,40%	10,00%	11,40%

CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

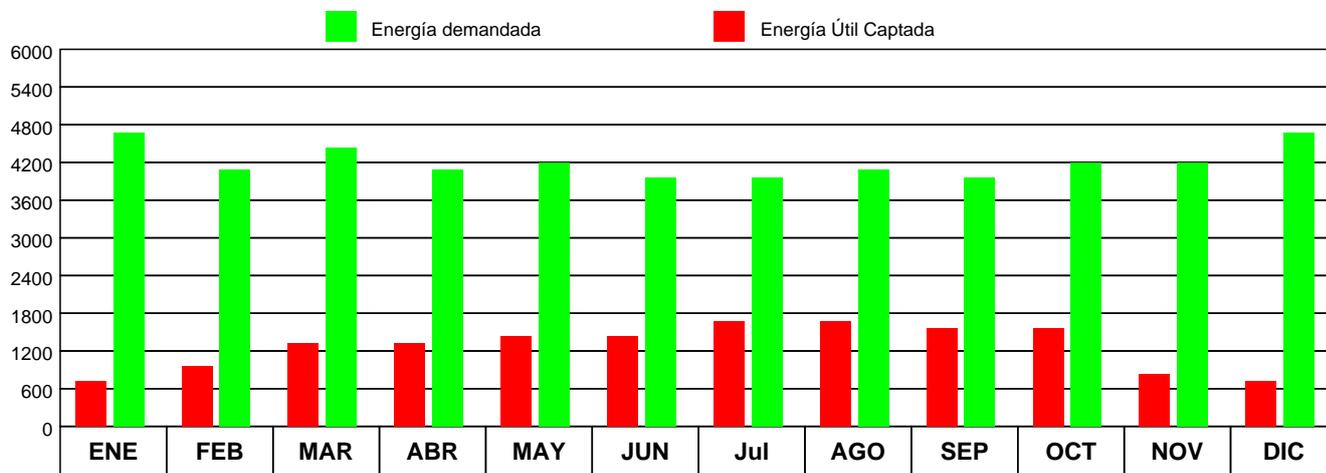
CÁLCULO ENERGÉTICO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Demanda Ener.[kWh/mes]:	4.660	4.131	4.402	4.092	4.143	3.925	3.970	4.056	4.009	4.229	4.260	4.660
Ener. Útil cap.[kWh/mes]:	722	942	1.320	1.268	1.485	1.399	1.707	1.689	1.612	1.516	893	675
% ENERGIA APORTADA	15%	23%	30%	31%	36%	36%	43%	42%	40%	36%	21%	14%

Cumple la condición del CTE, no existe ningún mes que se produzca más del 110% de la energía demandada.

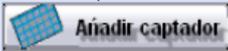
Cumple la condición del CTE, no existen 3 meses consecutivos que se produzca más de un 100% de la energía demandada.

GRAFICA COMPARATIVA DEMANDA-ENERGIA CAPTADA



El resultado obtenido es que necesitaremos 10 captadores según ha calculado la aplicación.

Vamos a modificar las condiciones de entrada para probar que nos supone cambiara el tipo de energía de apoyo a tipo eléctrica. Los nuevos datos son:

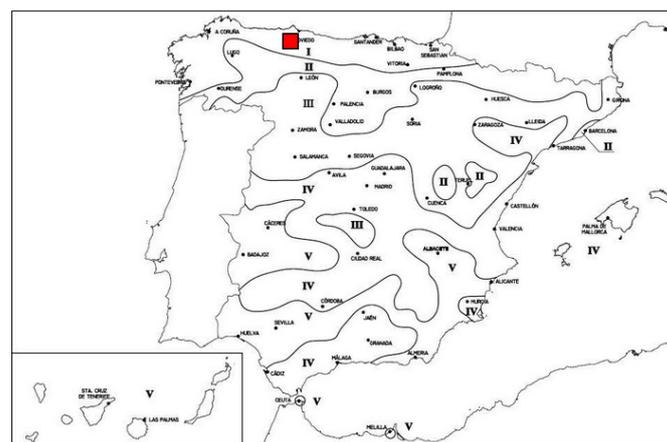
DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONSUMO.	DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.																										
*Tipo de edificio: Escuelas *Numero: 800 de alumnos *Cantidad: 3 l de agua por alumno. (3 IACS a 60° - CTE)	Dimensionamiento de la instalación <input checked="" type="radio"/> Cálculo Automático / <input type="radio"/> Comprobación de resultados																										
k - Factor de simultaneidad: 1 (Valores de 1-0)	*Modelo de Captador:  FAGOR SOLARIA-2.4 G S8																										
*Zona climática: I  *Provincia: ASTURIAS	*Inclinación respecto a la horizontal: 45 Desorientación Sur: 20 ° (Valores de 0°-90°)																										
*Temperatura de utilización ACS: 60 °C	Perdidas por sombras sobre los captadores: 10 % Método																										
*Energía de apoyo: Efecto Joule: electricidad mediante efecto Joule.	*Perdidas por: Superposición																										
Los datos marcados con * son obligatorios.	Constante consideradas en el calculo																										
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN (%)																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ENE</th> <th>FEB</th> <th>MAR</th> <th>ABL</th> <th>MAY</th> <th>JUN</th> <th>Jul</th> <th>AGO</th> <th>SEP</th> <th>OCT</th> <th>NOV</th> <th>DIC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>%Ocupación estimada</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>		ENE	FEB	MAR	ABL	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	%Ocupación estimada	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	ENE	FEB	MAR	ABL	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC															
%Ocupación estimada	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100															
DATOS PROYECTO	Informe completo en PDF <input type="checkbox"/> 																										

PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE POR MEDIO DE ENERGÍA SOLAR CTE DB-HE-4

Cálculos de superficie de captación para la producción de agua caliente sanitarias, con el objetivo de cumplir con la contribución marcada por la fracción solar mínima establecida en el CTE.

DATOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL CONSUMO.

La tipología de edificio es : **Escuelas**
 En el establecimiento se preveen 800 alumnos.
 Con un consumo previsto de 3 litros por alumno.
 La Temperatura de utilización prevista es de 60 °C.
 Consumo total = 2400 litros por día.



DATOS GEOGRÁFICOS	
Provincia:	ASTURIAS
Latitud de cálculo:	43°
Zona Climática :	I

Los porcentajes de utilización a lo largo del año previstos son:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGIA

	CÁLCULO ENERGÉTICO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo de agua [L/día]:	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Tª. media agua red [°C]:	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6
Incremento Ta. [°C]:	54	53	51	49	48	47	46	47	48	49	51	54
Deman. Ener. [KWh]:	4.660	4.131	4.402	4.092	4.143	3.925	3.970	4.056	4.009	4.229	4.260	4.660

Total demanda energética anual: 50.538 KWh

DATOS RELATIVOS AL SISTEMA

DATOS DEL CAPTADOR SELECCIONADO		Factor de eficiencia óptica	0,772
Modelo	FAGOR SOLARIA-2.4 G S8	Coeficiente global de pérdidas	4,680 W/(m ² .°C)
Dimensiones:	1,090 m x 2,20 m.	Área Útil	2,14 m ² .

25 captadores con un área útil de captación de 53.5 m2. Volumen de acumulación ACS de 3780 l

Datos de posición	
Inclinación:	45 °
Desorientación con el sur:	20 °

Pérdidas en el caso Superposición	
Pérdidas por inclinación. (óptima 45°)	0,00%
Pérdidas por desorientación con el sur:	1,40%
Pérdidas por sombras	10 %

Se hace un cálculo de pérdida por orientación con respecto a Sur a través de la formula $\text{por} = 3,5 * 10^{-5} * a^2$.

Se hace un cálculo del valor de pérdidas por inclinación del captador, diferente a la óptima (la latitud 45°), a partir de una media ponderada de los valores de pérdida por inclinación comparados con la orientación óptima. Los datos de pérdida por inclinación sobre una superficie horizontal se han extraído de las tablas Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. Contienen datos en intervalos de 5°, por ello nos calculan pérdidas en función a ese incremento.

Constantes consideradas en el cálculo	
Factor corrector conjunto captador-intercambiador	0.95
Modificador del ángulo de incidencia	0.96
Temperatura mínima ACS	45°

CALCULO ENERGÉTICO MEDIANTE EL METODO F-CHART

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rad. horiz. [kWh/m ² .mes]:	45,57	59,92	91,14	101,70	129,27	126,60	144,77	127,41	103,20	84,32	49,20	39,68
Coef. K. incl[45°] lat[43°]	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
Rad. inclin. [kWh/m ² .mes]:	58,64	70,72	96,24	94,76	108,98	102,23	122,05	119,85	113,56	108,50	69,42	55,28
Deman. Ener. [KWh]:	4.660	4.131	4.402	4.092	4.143	3.925	3.970	4.056	4.009	4.229	4.260	4.660
Ener. Ac. Cap. [KWh/mes]:	2.209	2.664	3.625	3.569	4.105	3.851	4.597	4.514	4.277	4.087	2.615	2.082
D1=EA/DE	0,47	0,64	0,82	0,87	0,99	0,98	1,16	1,11	1,07	0,97	0,61	0,45
K1	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
K2	0,74	0,78	0,83	0,90	0,91	0,91	0,90	0,87	0,84	0,85	0,81	0,72
Ener. Per. Cap. [KWh/mes]:	12.032	11.493	13.278	13.789	14.108	13.114	12.994	12.718	12.040	12.998	12.447	11.615
D2=EP/DE	2,58	2,78	3,02	3,37	3,41	3,34	3,27	3,14	3,00	3,07	2,92	2,49
f	0,28	0,40	0,51	0,53	0,60	0,60	0,70	0,69	0,67	0,60	0,37	0,26
EU=f*DE	1.301	1.655	2.261	2.156	2.484	2.343	2.791	2.780	2.671	2.547	1.575	1.221

Total producción energética útil anual: 25.782 KWh

RESULTADOS

RESULTADO OBTENIDOS

Total demanda energética anual:	50.538 KWh
Total producción energética útil anual:	25.782 KWh
Factor F anual aportado de:	51%

EXIGENCIAS DEL CTE

Zona climática tipo:	I
Sistema de energía de apoyo tipo:	Efecto Joule: electricidad mediante efecto Joule.
Contribución Solar Mínima:	50%

CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

EXIGENCIAS DEL CTE Respecto al límite de pérdidas por orientación o inclinación

	Orien. e incl.	Sombras.	Total
Pérdida permitidas en CTE. Caso Superposición	20%	15%	30%
Pérdida en el proyecto	1,40%	10,00%	11,40%

CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

CÁLCULO ENERGÉTICO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Demanda Ener.[kWh/mes]:	4.660	4.131	4.402	4.092	4.143	3.925	3.970	4.056	4.009	4.229	4.260	4.660
Ener. Útil cap.[kWh/mes]:	1.301	1.655	2.261	2.156	2.484	2.343	2.791	2.780	2.671	2.547	1.575	1.221
% ENERGIA APORTADA	28%	40%	51%	53%	60%	60%	70%	69%	67%	60%	37%	26%

Cumple la condición del CTE, no existe ningún mes que se produzca más del 110% de la energía demandada.

Cumple la condición del CTE, no existen 3 meses consecutivos que se produzca más de un 100% de la energía demandada.

GRAFICA COMPARATIVA DEMANDA-ENERGIA CAPTADA

