



Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza (CPS)

Proyecto de Fin de Carrera

Anexos.

Titulación: Ingeniería Industrial.

Tomo 2/2

Autor: Marcos Lasheras Torrellas.

Correo electrónico: 534509@posta.unizar.es

Curso académico 2010/2011

Director: Dr. D. Isidoro Lillo Bravo.

Departamento: Ingeniería energética.

Centro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla (ETSI).

PONENTE: Dr. D. Antonio Valero Capilla.

Departamento: Ingeniería Mecánica.

Área: Máquinas y Motores Térmicos.

Centro: Centro Politécnico Superior de Zaragoza (CPS).

Anexo 1.- Datos climáticos

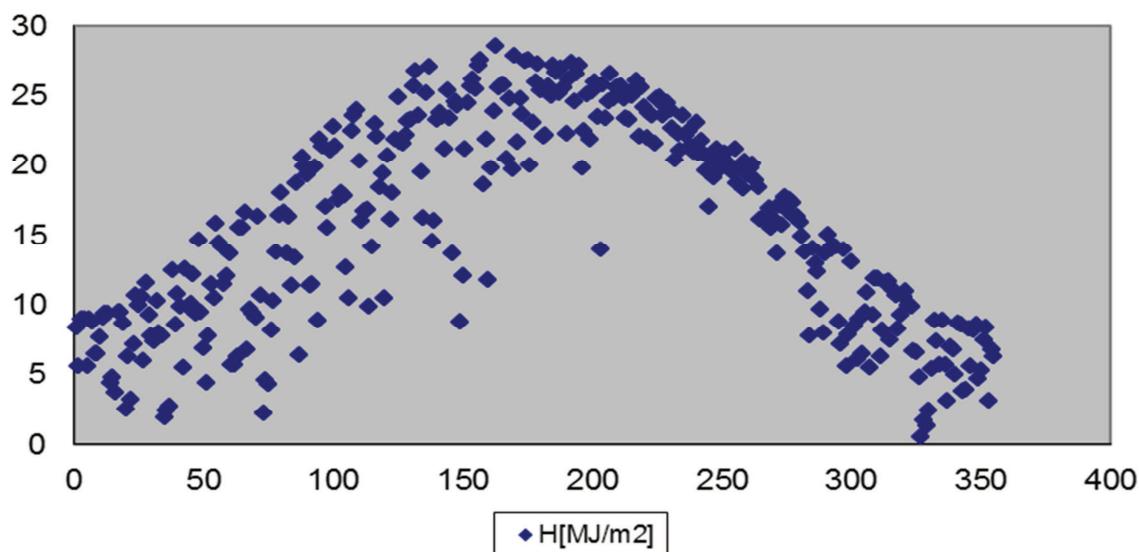
Expongo aquí gráficamente los datos climáticos utilizados para cada una de las localizaciones para las cuales se ha realizado el estudio. Estos datos climáticos son:

- Irradiación ($H[\text{MJ}/\text{m}^2]$).
- Temperatura media durante el día ($T^\circ\text{día}[\text{°C}]$) y durante la noche ($T^\circ\text{noche}[\text{°C}]$).
- Temperatura media del agua ($T^\circ\text{agua}[\text{°C}]$).
- Horas de sol.

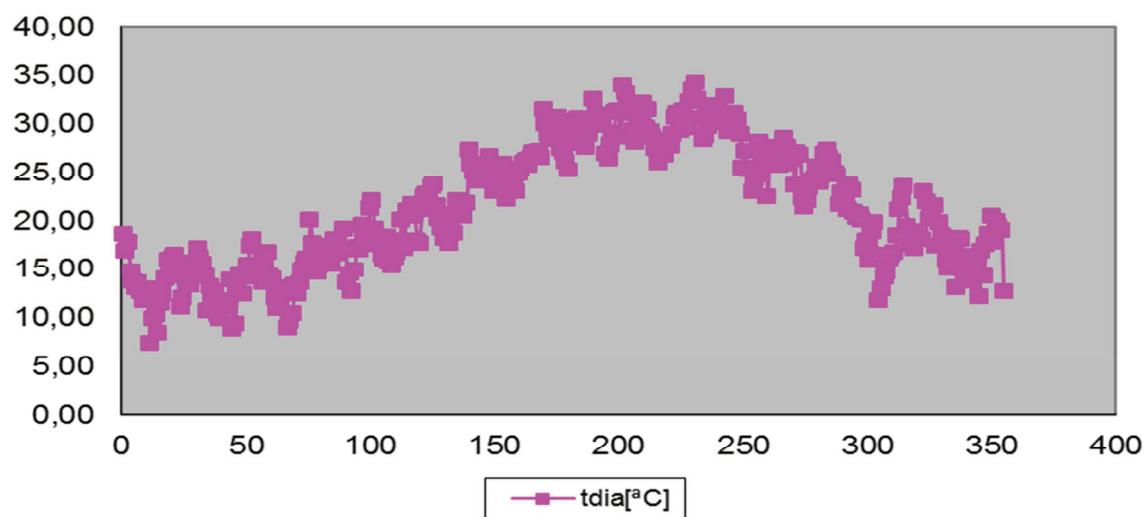
Atenas

Datos geográficos:

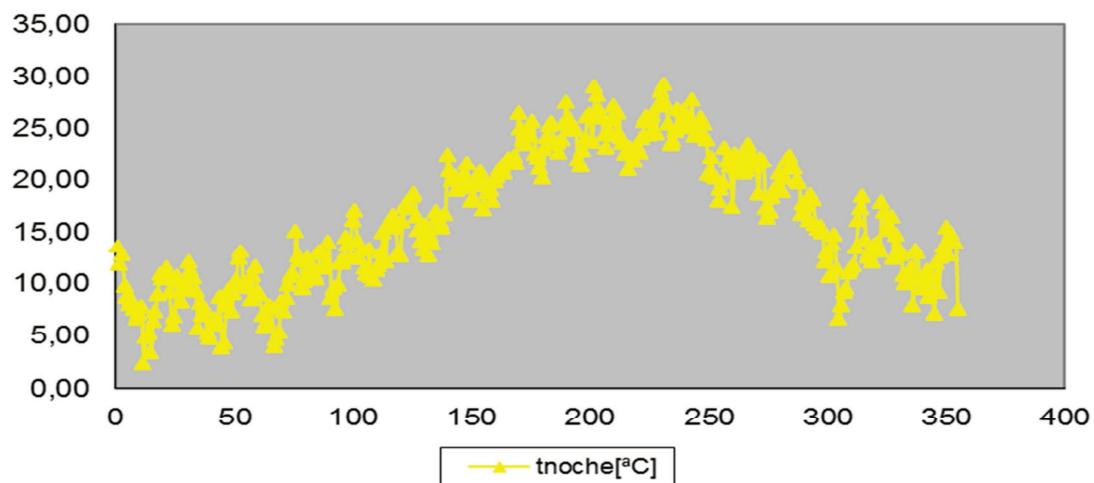
- Latitud: $37^\circ 58' 40''\text{N}$
- Longitud: $23^\circ 43' 40''\text{E}$
- Altitud: 70 - 338 msnm



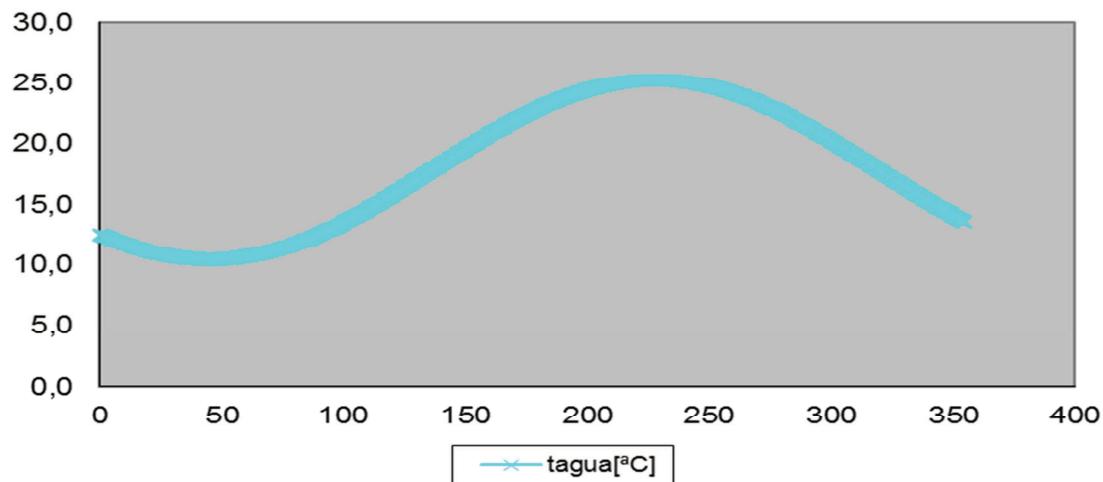
Gráfica 9. Representación de irradiancia para cada día del año en la localidad de Atenas



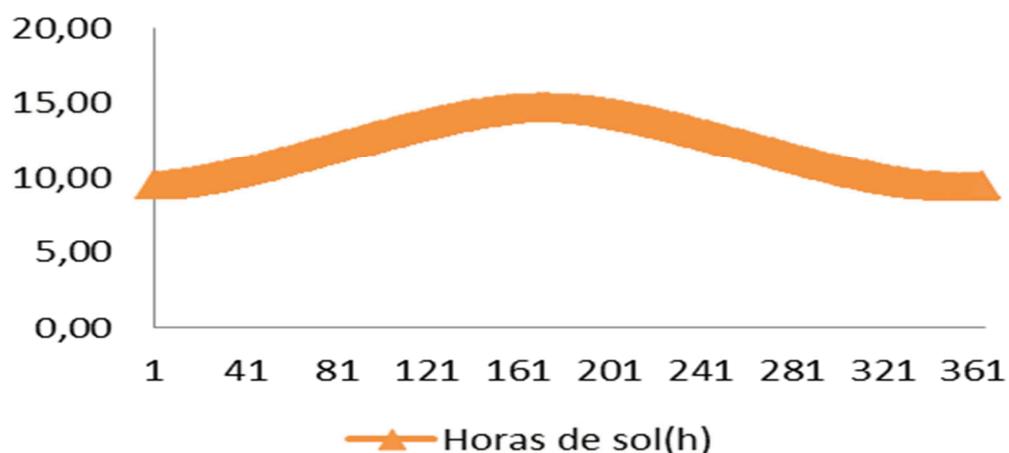
Gráfica 10 Representación de la temperatura media para cada día del año en la localidad de Atenas



Gráfica 11 Representación de la temperatura media para cada noche del año en la localidad de Atenas



Gráfica 12 Representación de temperatura del agua para cada día del año en la localidad de Atenas

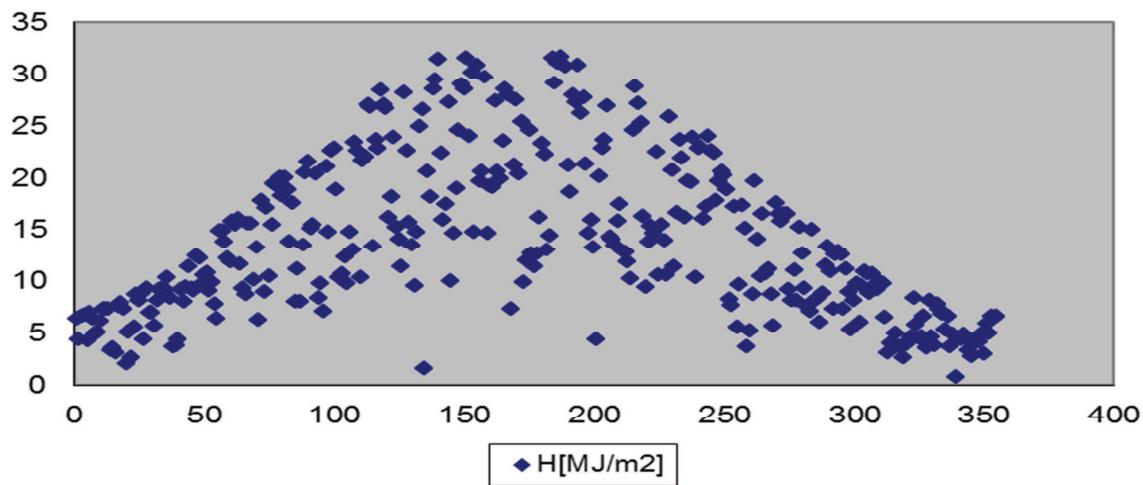


Gráfica 13 Representación de las horas de sol para cada día del año en la localidad de Atenas

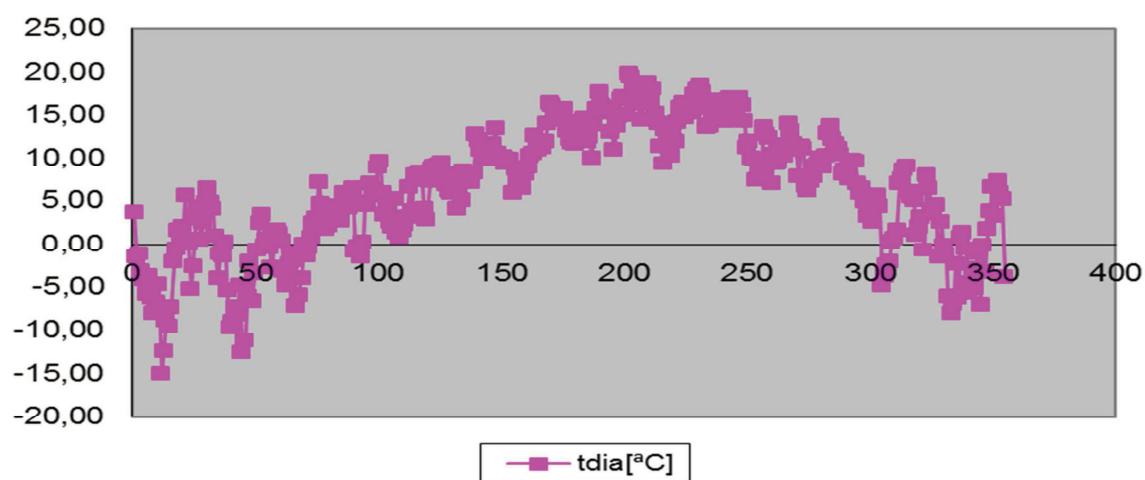
Davos

Datos geográficos:

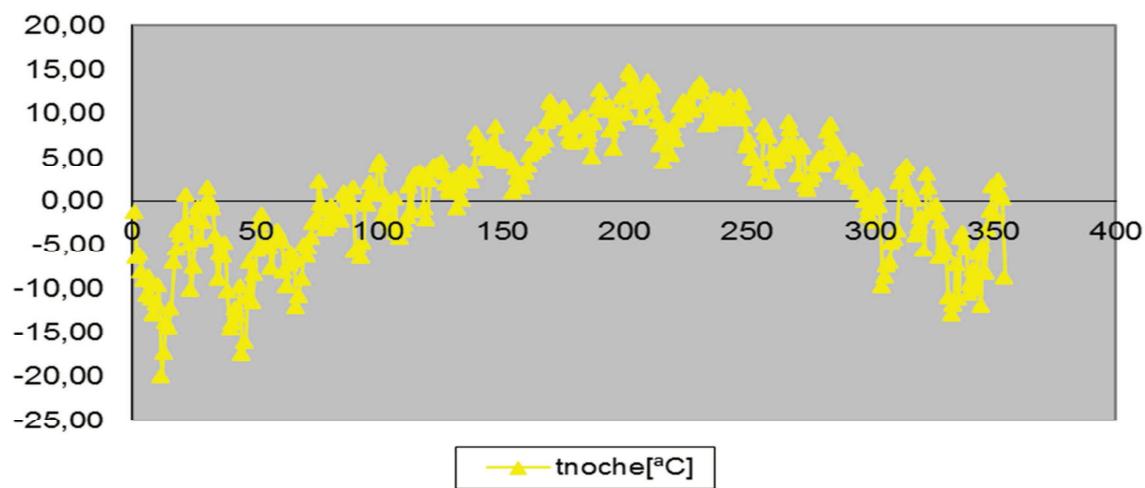
- Latitud: 46°48'N
- Longitud: 09°50'E
- Altitud: 1560 msnm



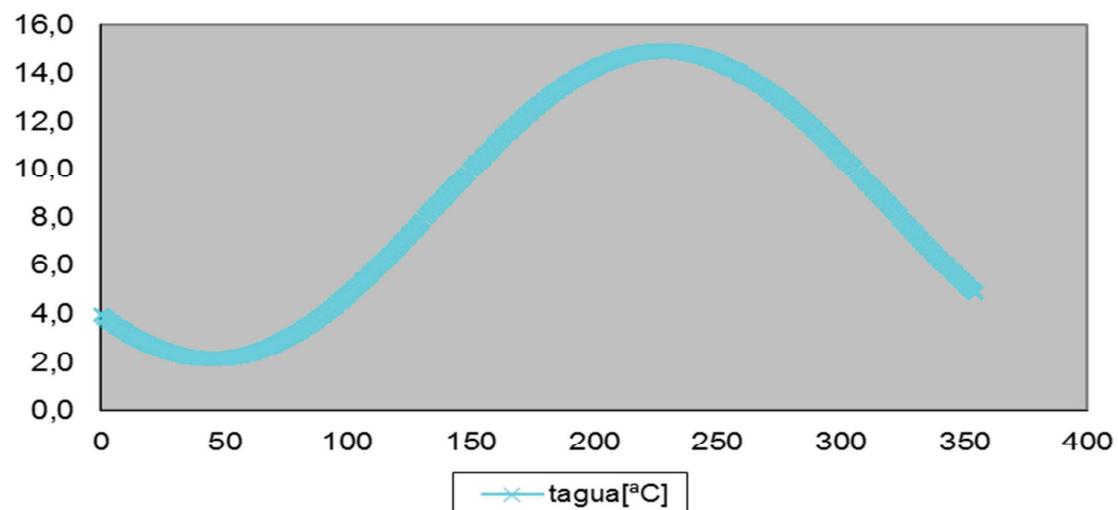
Gráfica 14. Representación de irradiancia para cada día del año en la localidad de Davos



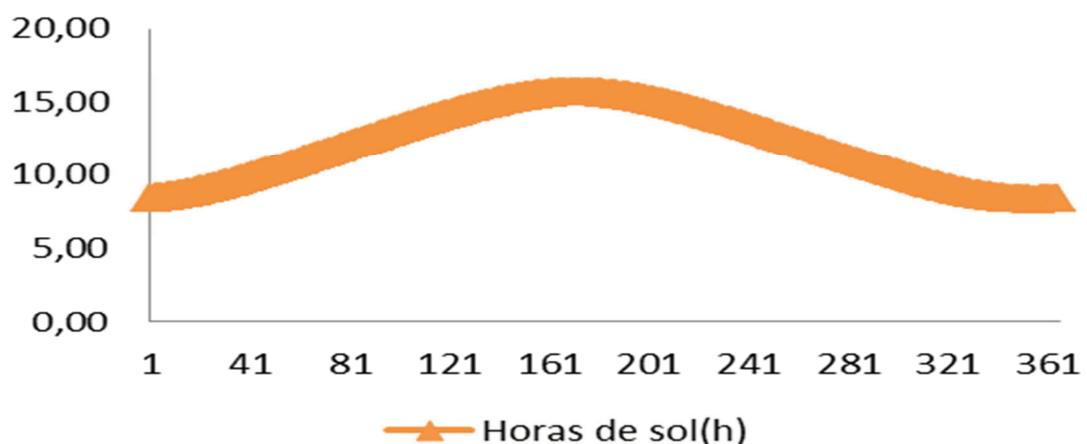
Gráfica 15 Representación de la temperatura media para cada día del año en la localidad de Davos



Gráfica 16 Representación de la temperatura media para cada noche del año en la localidad de Davos



Gráfica 17 Representación de temperatura del agua para cada día del año en la localidad de Davos

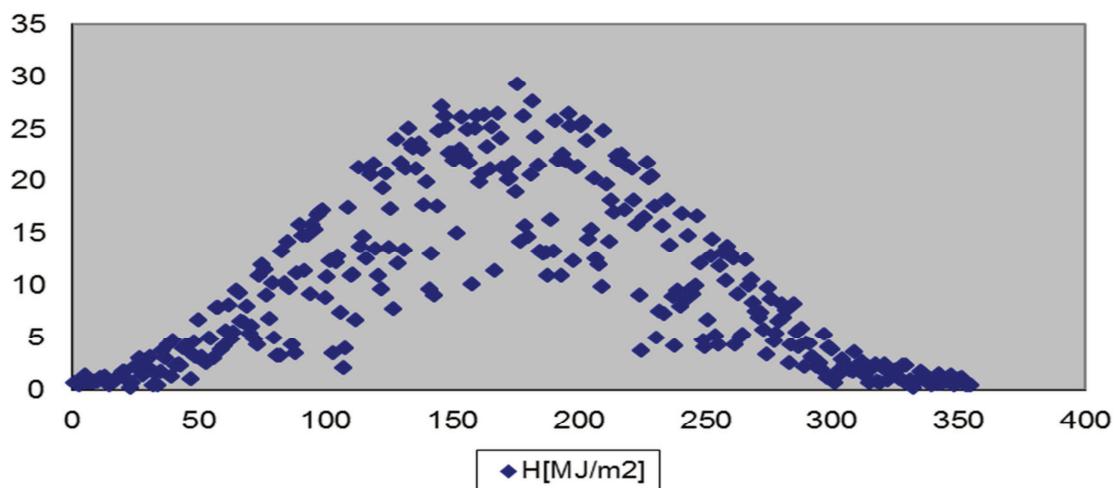


Gráfica 18 Representación de las horas de sol para cada día del año en la localidad de Davos

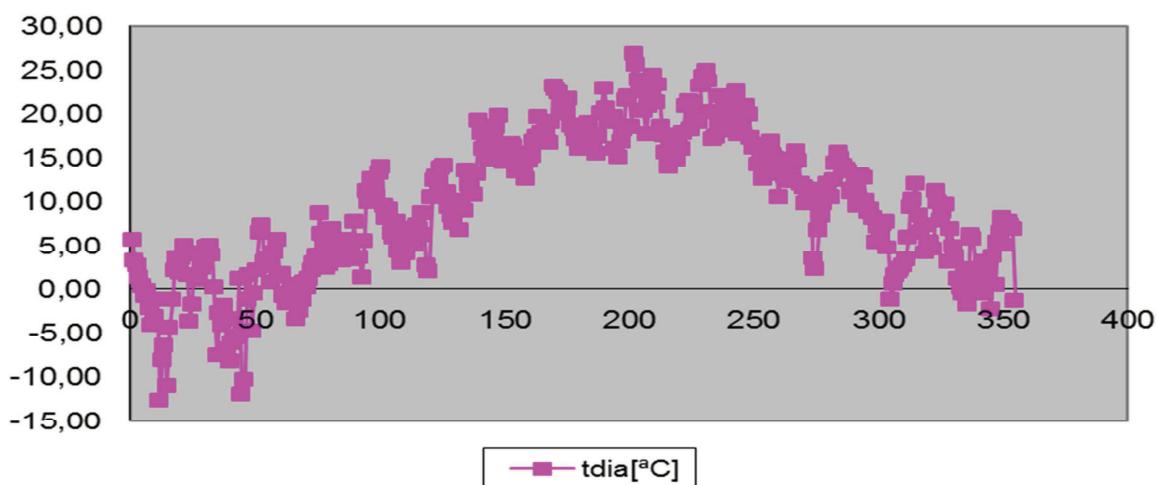
Estocolmo

Datos geográficos:

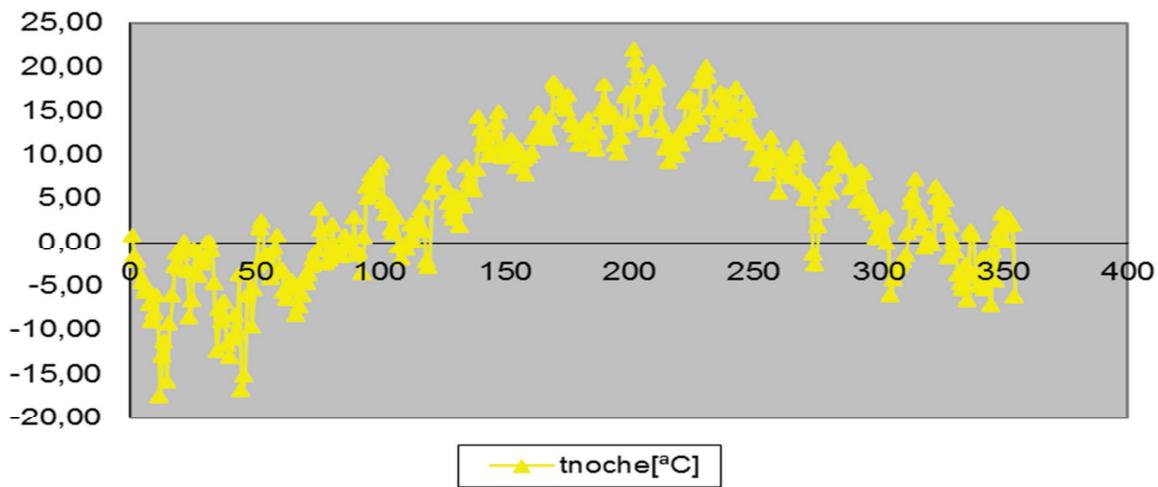
- Latitud: 59°17'N
- Longitud: 18°3'E
- Altitud: 0 msnm



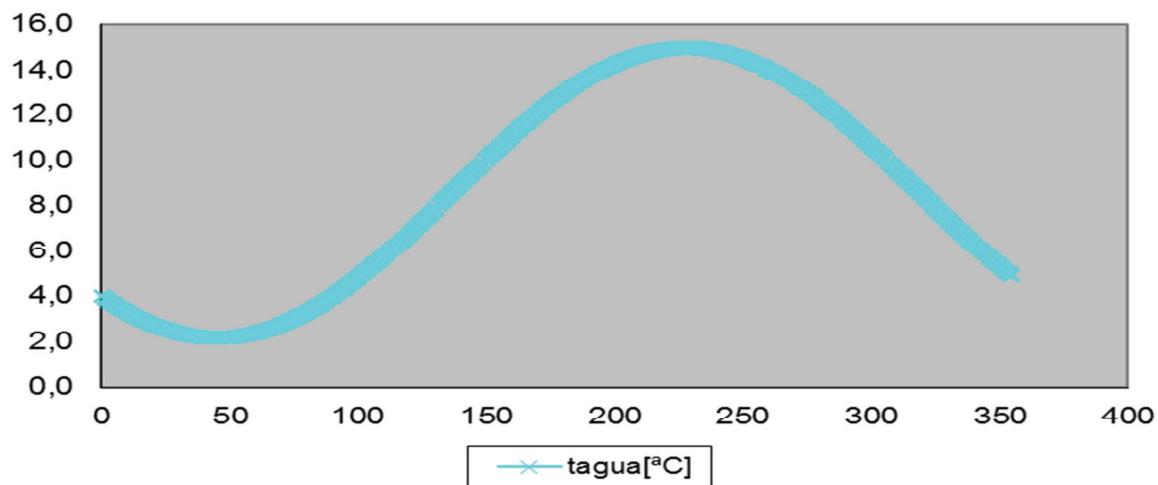
Gráfica 19. Representación de irradiancia para cada día del año en la localidad de Estocolmo



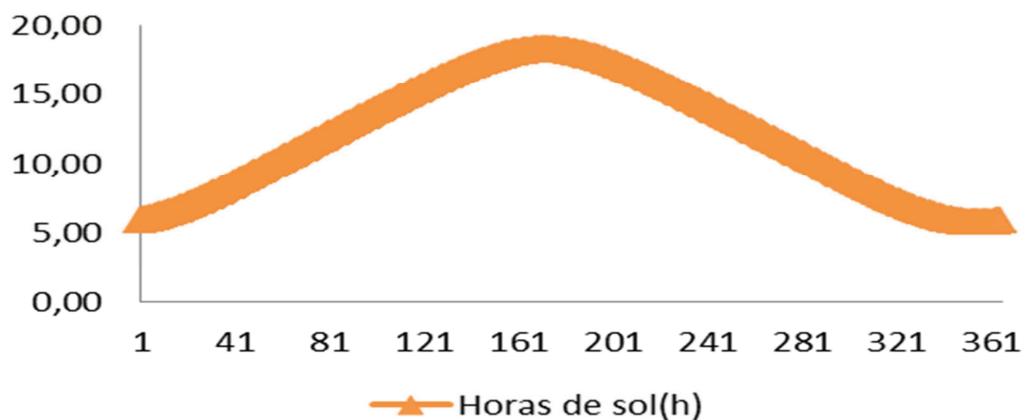
Gráfica 20 Representación de la temperatura media para cada día del año en la localidad de Estocolmo



Gráfica 21 Representación de la temperatura media para cada noche del año en la localidad de Estocolmo



Gráfica 22 Representación de temperatura del agua para cada día del año en la localidad de Estocolmo

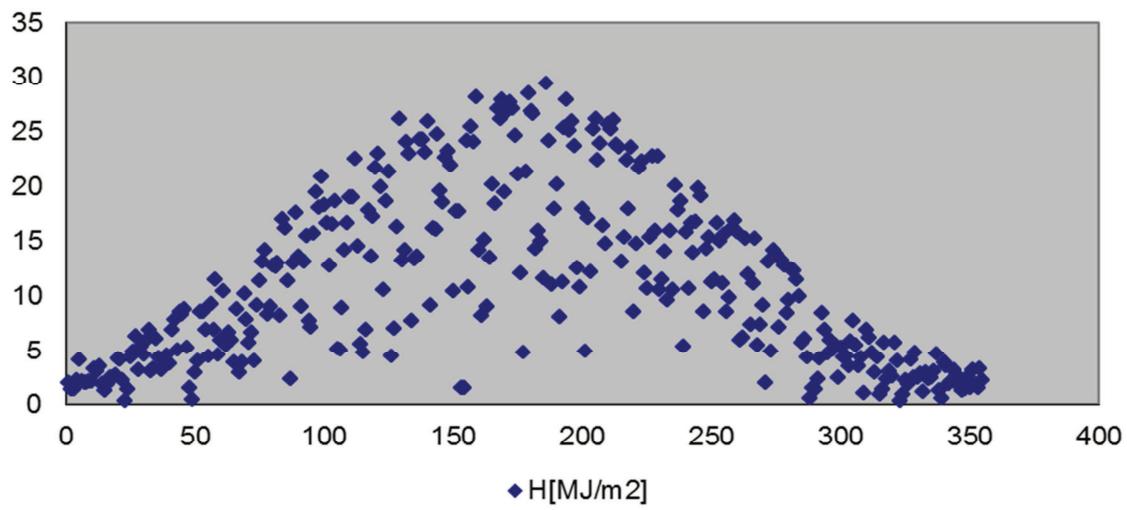


Gráfica 23 Representación de las horas de sol para cada día del año en la localidad de Estocolmo

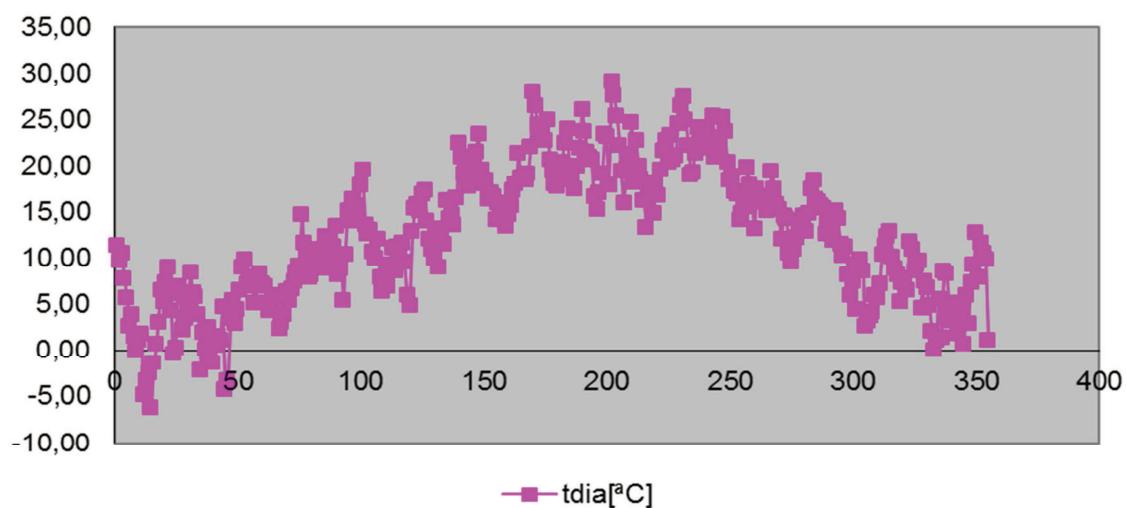
Wurzburg

Datos geográficos:

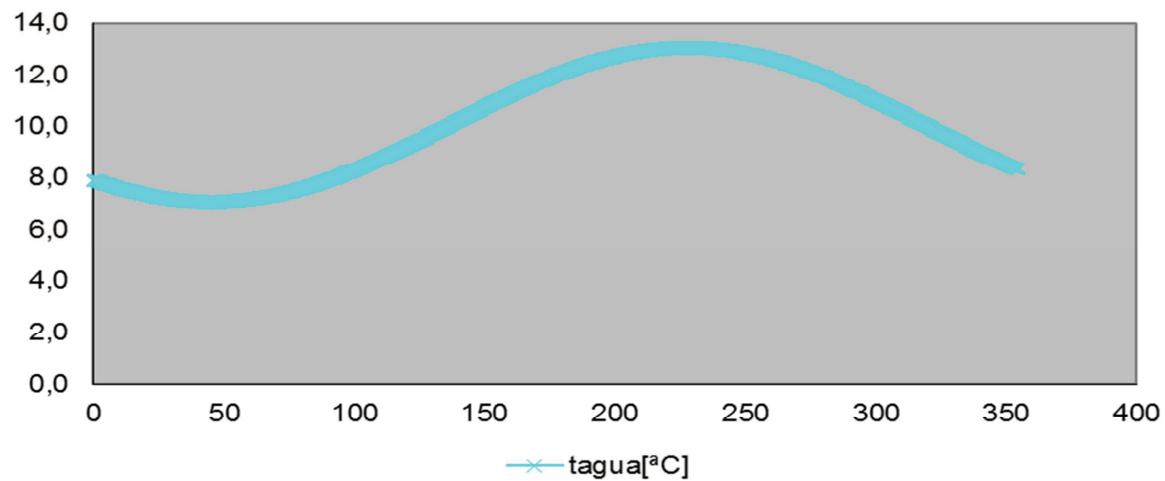
- Latitud: 49°47'17"N
- Longitud: 9°56'10"E
- Altitud: 177 msnm



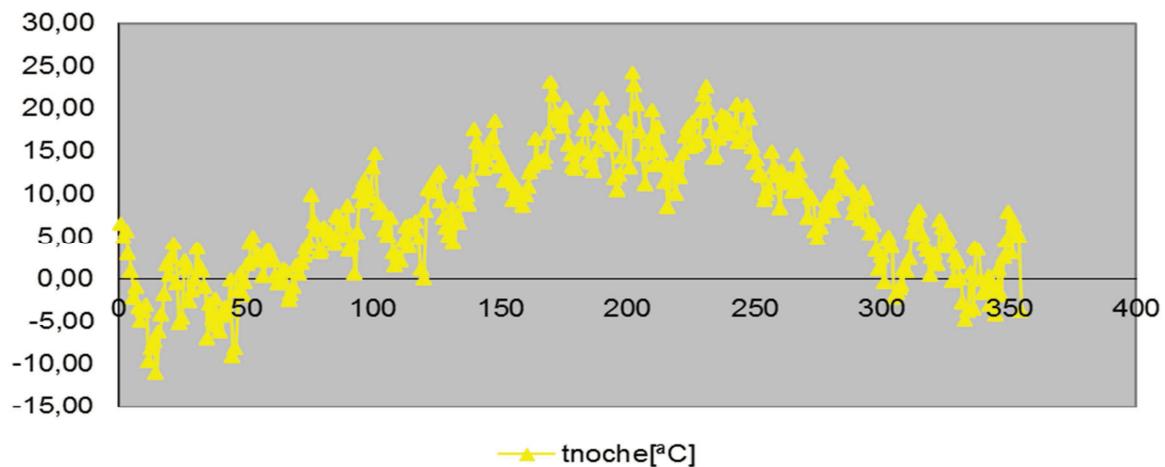
Gráfica 24. Representación de irradiancia para cada día del año en la localidad de Wurzburg



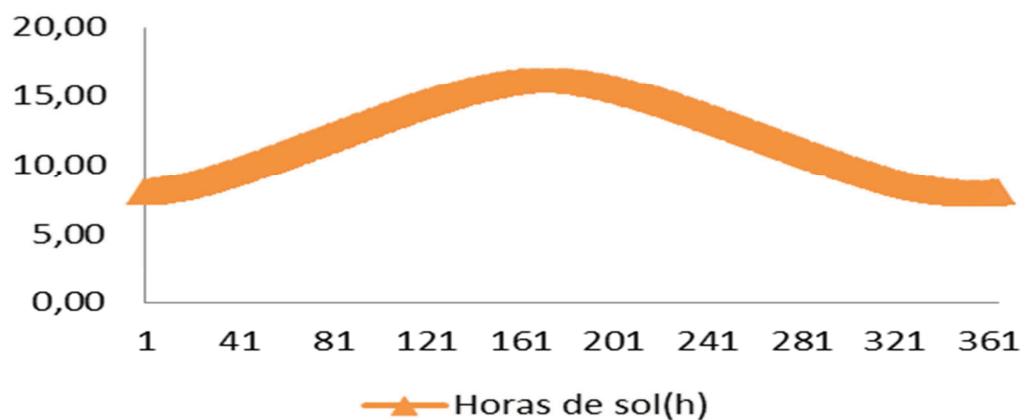
Gráfica 25. Representación de la temperatura media para cada día del año en la localidad de Wurzburg



Gráfica 26 Representación de temperatura del agua para cada día del año en la localidad de Wurzburg



Gráfica 27 Representación de la temperatura media para cada noche del año en la localidad de Wurzburg



Gráfica 28 Representación de las horas de sol para cada día del año en la localidad de Wurzburg

Anexo 2.- Datos de equipos utilizados

A continuación se exponen los datos de los equipos tenidos en cuenta para realizar los análisis. Se incluye una ficha completa para los considerados (equipos números 4 y 11), así como una tabla de resumen de datos para los otros equipos considerados durante el trabajo para hacer la media de los parámetros y así analizar el que sería el “equipo medio”.

Equipo nº4

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE EQUIPOS SOLARES DOMÉSTICOS PARA CALENTAMIENTO DE AGUA

1. DATOS GENERALES

Empresa	
Dirección	
Localidad	
CP	
Provincia	
Tfno	
Fax	

2. MODELO

Marca del equipo
Modelo EQUIPO 4
Número de serie

3. CLASIFICACION DEL SISTEMA

<input checked="" type="checkbox"/> Termosifón	<input type="checkbox"/> Forzado
<input type="checkbox"/> Directo	<input checked="" type="checkbox"/> Indirecto
<input type="checkbox"/> Abierto	<input checked="" type="checkbox"/> Cerrado
<input checked="" type="checkbox"/> Filled	<input type="checkbox"/> Drainback
<input type="checkbox"/> Almacenamiento a distancia	<input type="checkbox"/> Draindown
<input checked="" type="checkbox"/> Acoplamiento cercano captador acumulador	
<input type="checkbox"/> Integral captador acumulador	
Otros (Especificar):	

4. FLUIDO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Tipo:

Agua
Mezcla agua/glicol, concentración de glicol 40%
Otro fluido, mezcla y proporción

Si no es agua:

Densidad (kg/m³) (puro) 1036
Capacidad calorífica (kJ/kgK) (puro) 2,48
Punto de congelación (°C) (puro) -59,5
Punto de ebullición (°C) (puro) 187,4

5. ANTIHELADAS

Protección antiheladas Si No
Otros:

CAPTADOR

Fabricante

Marca **Modelo**

Tipo:

XCaptador plano Tubos de vacío
Ángulo de inclinación Mín.: 15º Óptimo: 45º Máx.: 50º
Otros(especificar)
Área total 2,50 m²
Área de apertura 2,30 m²
Número de captadores : 1
Dimensiones exteriores 1,230X2,03 m²
Capacidad de líquido del captador 1,64 l
Peso total del captador lleno de líquido 52,77 kg
Cumplimiento de la EN 12975: Si X No

CUBIERTA

Número 1 **Espesor/es** 4 mm
Material/es Vidrio templado de bajo contenido en hierro
Dimensiones de la apertura 2,30m²
Otras características

ABSORBEDOR

Diseño Parrilla
Material Aluminio
Proceso de fabricación Soldadura laser
Tratamiento superficial Recubrimiento selectivo (Mirotherm)
Número de tubos 11
Diámetro del tubo 8 mm
Distancia entre tubos 100 mm

AISLAMIENTO

Laterales
Material/es Lana de vidrio
Espesor/es 25 mm

Fondo
Material/es Lana de roca
Espesor/es 40 mm

CARCASA

Material/es Aluminio lacado negro
Dimensiones exteriores 1.230X2.030X92,5 mm

6. ACUMULADOR SOLAR

Fabricante

Marca

Dimensiones exteriores 1250 X 580 mm

Diámetro acumulador 480 mm

Longitud acumulador 900 mm

Configuración Doble envolvente Capacidad 192 l

Material Galvanizado prepintado Espesor mm

Tratamiento interior Vitrificado

Aislamiento Poliuretano rígido

Conductividad 0.023 W/m°C

Espesor 40 mm

Protección exterior chapa de acero galvanizado

Presión máxima de trabajo 3/6 (Primario/Secundario) bar

Temperatura máxima de trabajo 95°C

Presión de timbre 4.5/9 (Primario/Secundario) bar

7. INTERCAMBIADOR

Fabricante

Marca

Modelo

XIntercambiador integrado en el acumulador

XDoble envolvente

Serpentín

Otros(especificar)

Intercambiador exterior

De placas

Carcasas y tubos

Otros(especificar)

Superficie de intercambio 1,161 m²

Presión máxima de trabajo 3/6 (Primario/Secundario) bar

Temperatura máxima de trabajo 95°C

Caudal primario 1,92 l/min

8. CIRCUITO HIDRÁULICO

CIRCUITO PRIMARIO

Tuberías

Material Acero inoxidable

Diámetro 3/4"

Longitud 2.500 (fría) X 650 (caliente) mm

Aislamiento Espuma flexible

Conductividad W/m°C

Espesor 20 mm

Protección aislamiento exterior PE

Presión max 3 bar

XVálvula de seguridad

XVálvula antirretorno

Purgador

Manual

- Automático
- Válvula de llenado/vaciado

9. BOMBA N/A

Fabricante.....

Marca..... Modelo.....

Consumo..... W

Velocidad..... r/min

10. CONTROL DIFERENCIAL N/A

Fabricante.....

Marca..... Modelo.....

**Ajuste de
control.....**

11. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA

12. COMENTARIOS EN EL DISEÑO DEL SISTEMA

Se adjunta ficha técnica del glicol.

13. CONTAMINACIÓN DE AGUA

El sistema está conforme a la Norma EN 1717

Si

No

14. PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El sistema está conforme a la Norma IEC 62305-3

Si

No

15. SEGURIDAD ELÉCTRICA

El sistema eléctrico (si lleva) se ha ensayado de acuerdo a las Normas EN 60335-1 y EN 60335-2-21.

Si

No

Equipo nº11

FICHA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE EQUIPOS SOLARES DOMÉSTICOS PARA CALENTAMIENTO DE AGUA

1. DATOS GENERALES

Empresa...
Dirección...
Localidad..... Provincia.....
CP..... Tfno..... Fax.....

2. MODELO

Marca del equipo.....
Modelo..... EQUIPO 11.....
Número de serie.....

3. CLASIFICACION DEL SISTEMA

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Termosifón | <input type="checkbox"/> Forzado | |
| <input type="checkbox"/> Directo | <input type="checkbox"/> Indirecto | |
| <input type="checkbox"/> Abierto | <input type="checkbox"/> Cerrado | |
| <input type="checkbox"/> Filled | <input type="checkbox"/> Drainback | <input type="checkbox"/> Draindown |
| Almacenamiento a distancia | | |
| Acoplamiento cercano captador acumulador | | |
| Integral captador acumulador | | |
| Otros (Especificar):..... | | |

4. FLUIDO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Tipo:

- Agua**
 Mezcla agua/glicol, concentración de glicol.....40.....%
 Otro fluido, mezcla y proporción

Si no es agua:

- Densidad (kg/m³).....**
Capacidad calorífica (KJ/kg°C).....
Punto de congelación (°C).....
Punto de ebullición (°C).....

5. ANTIHELADAS

Protección antiheladas **Si** **No**
Otros:.....

6. CAPTADOR

Fabricante.....
Marca..... Modelo.....

Tipo:

Captador plano **Tubos de vacío**
Ángulo de inclinación.....40 (cubierta plana).....°
Otros(especificar).....
Área total.....2,03.....m²
Área de apertura.....1,92.....m²
Número de captadores : 2
Dimensiones exteriores.....1730x1170x83.....m²
Capacidad de líquido del captador.....1,52.....l
Peso total del captador lleno de líquido.....34,5.....kg
Cumplimiento de la EN 12975: Si No

CUBIERTA

Número.....1.....**Espesor/es**.....3,2 mm.....
Material/es.....Vidrio templado y de bajo contenido en hierro.....
Dimensiones de la apertura.....1695x1135.....mm
Otras características.....

ABSORBEDOR

Diseño.....
Material.....Aluminio.....
Proceso de fabricación.....
Tratamiento superficial.....Selectivo.....
Número de tubos.....2(colectores) y 12(verticales).....
Diámetro del tubo.....22(colectores) y 8(verticales).....mm
Distancia entre tubos.....96.....mm

AISLAMIENTO

Laterales
Material/es.....-.....
Espesor/es.....-.....mm

Fondo
Material/es.....Lana mineral.....
Espesor/es.....40.....mm

CARCASA

Material/es.....Aluminio.....
Dimensiones exteriores.....mm

7. ACUMULADOR SOLAR

Fabricante.....
Marca.....**Modelo**.....
Dimensiones exteriores.....
Diámetro acumulador.....530.....mm

Longitud acumulador.....	2080.....	mm
Configuración.....	Horizontal.....	Capacidad..... 300..... l
Material.....	Acero.....	Espesor..... 0,15-0,50..... mm
Tratamiento interior.....	Esmaltado.....	
Aislamiento.....	Espuma de poliuretano.....	
Conductividad.....	0,025.....	W/mºC
Espesor.....	50	mm
Protección exterior.....	Lamina de acero galvanizado y pintado.....	
Presión máxima de trabajo.....	10.....	kg/cm²
Temperatura máxima de trabajo.....	90.....	kg/cm²
Presión de timbre.....		kg/cm²

8. INTERCAMBIADOR

Fabricante.....
Marca..........**Modelo.....**

Intercambiador integrado en el acumulador

- Doble envolvente**
- Serpentín**
- Otros(especificar).....**

Intercambiador exterior

- De placas**
- Carcasas y tubos**
- Otros(especificar).....**

Superficie de intercambio.....1,67.....**m²**

Presión máxima de trabajo.....2,5.....**kg/cm²**

Temperatura máxima de trabajo.....90 °C.....**kg/cm²**

Caudal primario..........**l/min**

9. CIRCUITO HIDRÁULICO

CIRCUITO PRIMARIO

Tuberías

Material.....cobre.....

Diámetro.....15x0,8.....**mm**

Longitud..........**mm**

Aislamiento.....Tubo de neopreno color negro.....

Conductividad.....0,044.....**W/mºC**

Espesor.....9.....**mm**

Protección aislamiento exterior.....Capa impermeable color blanco.....

Presión max.....2,5.....**kg/cm²**

Válvula de seguridad

Válvula antirretorno

Purgador

- Manual**

- Automático**

Válvula de llenado/vaciado

10. BOMBA

Fabricante..........

Marca..... **Modelo.....**
Consumo..... **W**
Velocidad..... **r/min**

11. CONTROL DIFERENCIAL

Fabricante.....
Marca..... **Modelo.....**
Ajuste de
control.....
.....
.....

12. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA

13. COMENTARIOS EN EL DISEÑO DEL SISTEMA

14. CONTAMINACIÓN DE AGUA

El sistema está conforme a la Norma EN 1717

Si **No**

15. PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El sistema está conforme a la Norma IEC 62305-3

Si **No**

16. SEGURIDAD ELÉCTRICA

El sistema eléctrico (si lleva) se ha ensayado de acuerdo a las Normas EN 60335-1 y EN 60335-2-21.

Si **No**

A continuación se expone una tabla resumen de las características y de los parámetros de todos los equipos considerados para realizar la media de los parámetros.

Equipo	Tipo de captador	Área Apertura (m ²)	Volumen (l)	V/A (l/m ²)	Espesor aislamiento acumulador (mm)	Modelo de intercambiador /Aintercambio (m ²)	Presión 1º (bar)
1	Plano pintura	4,30	287	66,74	50	D / 2,19	3
2	Plano selectivo	2,16	200	92,59	50	D / 1,41	3
3	Plano selectivo	4,32	287	66,44	50	D / 2,19	3
4	Plano selectivo	2,30	192	83,48	40	D / 1,16	3
5	Plano selectivo	2,06	200	97,09	50	T / 0,45	7
6	Plano selectivo	4,12	320	77,67	50	T / 0,91	7
7	Plano selectivo	3,60	280	77,78	40	D / 1,57	3,5
8	Plano selectivo	2,00	192	96,00	40	D / 1,16	3,5
9	Plano selectivo	1,80	145	80,56	40	D / 0,98	3,5
10	Plano selectivo	4,00	282	70,50	50	T / 0,90	7
11	Plano selectivo	3,84	300	78,13	50	D / 1,67	2,5
12	Plano selectivo	1,92	200	104,17	50	D / 0,90	2,5
13	Plano selectivo	1,92	150	78,13	50	D / 0,80	2,5
14	Plano selectivo	4,00	282	70,50	50	T / 0,90	7
15	Plano selectivo	2,00	187	93,50	50	T / 0,40	7
16	Plano selectivo	2,00	187	93,50	50	T / 0,40	7
17	Plano selectivo	3,81	300	78,74	50	D / 1,87	3
18	Plano selectivo	3,76	300	79,79	60	D / 2,10	2,5
19	Plano selectivo	2,20	155	70,45	40-60	D / 0,65	3,5
20	Plano selectivo	2,20	195	88,64	40-60	D / 0,70	3,5
21	Plano selectivo	4,36	295	67,66	40-60	D / 1,11	3,5

Tabla 7. Características de los 21 equipos considerados.

Equipo	a1 (m ²)	a2 (MJ/K)	a3 (MJ)	Us (W/K)
1	1,55	0,66	5,16	3,69
2	1,14	0,37	-1,06	4,21
3	1,98	0,53	-1,97	4,72
4	1,21	0,45	-1,06	3,34
5	0,90	0,42	-1,49	3,66
6	1,60	0,74	-1,70	6,09
7	1,70	0,61	-2,00	3,90
8	1,06	0,35	-2,63	3,43
9	0,77	0,29	-0,57	3,49
10	1,75	0,51	-0,21	4,25
11	1,86	0,75	-2,42	5,07
12	1,01	0,36	-1,75	4,17
13	1,00	0,27	-0,61	3,23
15	0,91	0,41	-0,92	3,90
17	1,92	0,53	-2,47	4,59
18	1,81	0,47	-0,57	5,55
19	0,98	0,29	-0,30	3,87
20	0,98	0,45	-1,72	4,93
21	1,94	0,77	-3,06	5,02

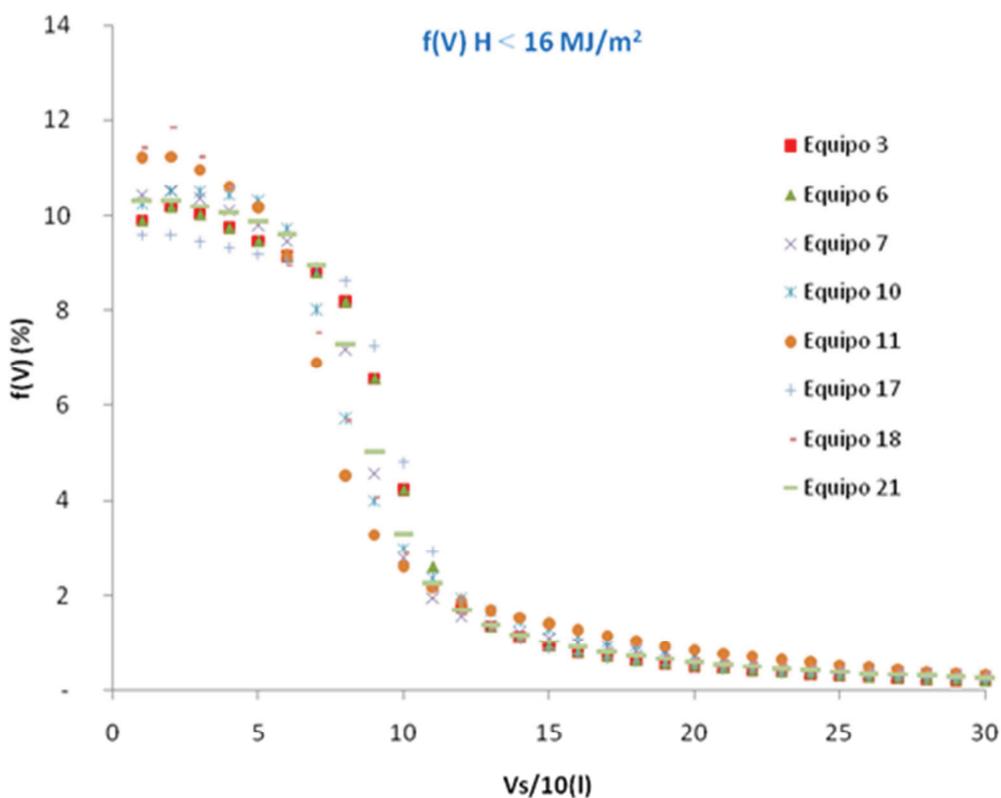
Tabla 8. Parámetros ai y Us de los equipos considerados.

Tras la observación y comparación de las tablas de parámetros y características técnicas de los equipos de los cuales se tienen datos he podido determinar lo siguiente:

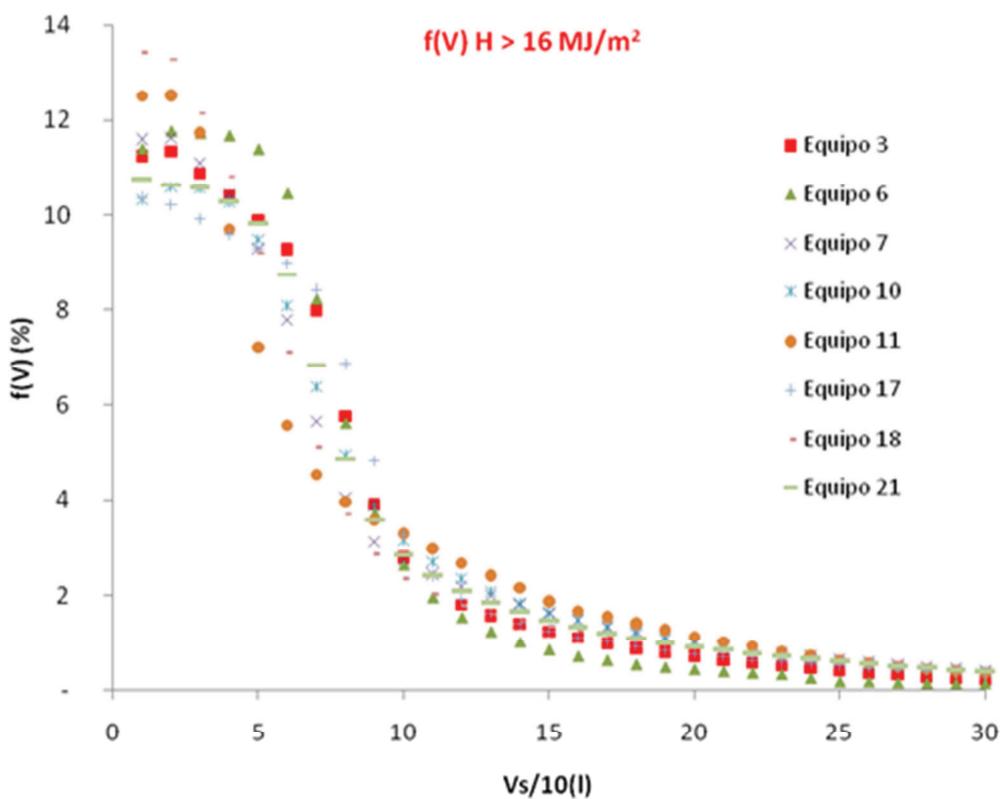
- Equipos grandes, con grandes áreas de apertura y grandes acumuladores presentan dos particularidades:
 - o Mayores (y por tanto peores) coeficientes de pérdidas térmicas Us.
 - o Mejores coeficientes a1 y a2, es decir, mayores.
- Equipos pequeños (acumuladores en torno a 150 l. y áreas de apertura menores de 2 m².) ofrecen buenos valores de Us y a3, y malos de a1 y a2.
- Equipos grandes (acumuladores en torno a 300 l. y áreas de apertura mayores de 3,8 m²) con una relación V/A en torno a 70-80 presentan mejores a1 y a2.
- Equipos medianos (acumuladores en torno a 200 l. y áreas de apertura en torno a 2 m²) con una relación V/A en torno a 90 presentan mejores a1 y a2.
- Aumentar el área de intercambio en el acumulador favorece a a1 y a2.
- a1 y a2 dependen de las mismas características ya que ambos son óptimos para los en los mismos equipos y peores en los mismos equipos también.
- Los equipos con V/A en torno a 80 l/m² presentan mejores valores de a3.
- Un buen aislamiento beneficia a a3.
- Los mejores a3 se dan en equipos con V/A en torno a 65-80 l/m².
- Los equipos con mejores a1 y a2 presentan los peores a3.

- Desviarse de la relación V/A ideal penaliza mucho los parámetros ai que caracterizan al equipo.
- Los acumuladores de doble envolvente presentan mejores Us.
- Los intercambiadores tubulares trabajan a mayor presión, pero esto no tiene una incidencia destacable en las otras características, ni en los parámetros.

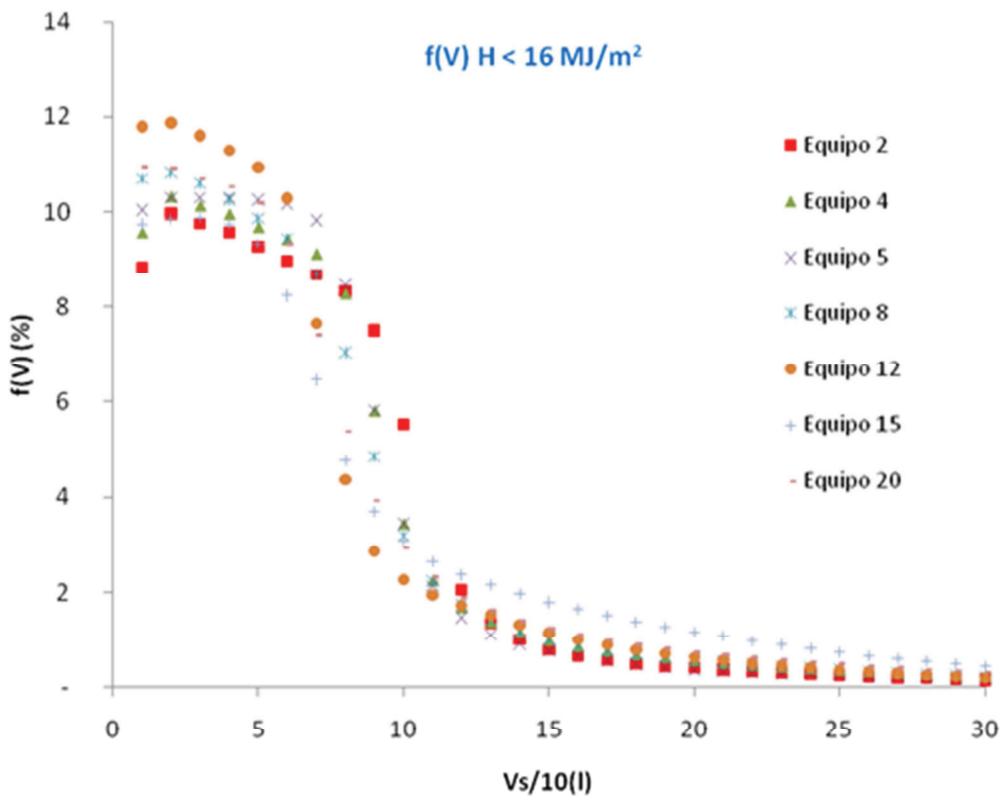
A continuación se representan los perfiles normalizados de la temperatura de extracción f(V) para los diferentes sistemas ensayados, tanto para rangos de radiaciones menores a 16 MJ/m² como para radiaciones superiores a 16 MJ/m²



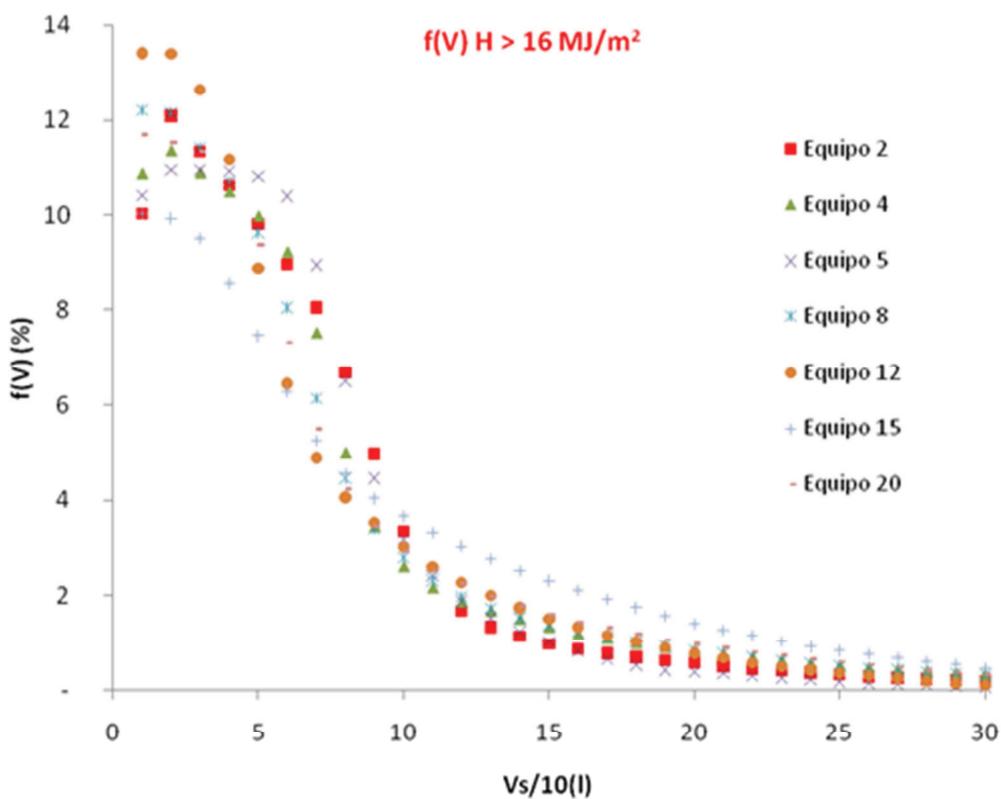
Gráfica 29. f(V) vs décima parte de volumen sistemas 300 litros y H < 16 MJ/m²



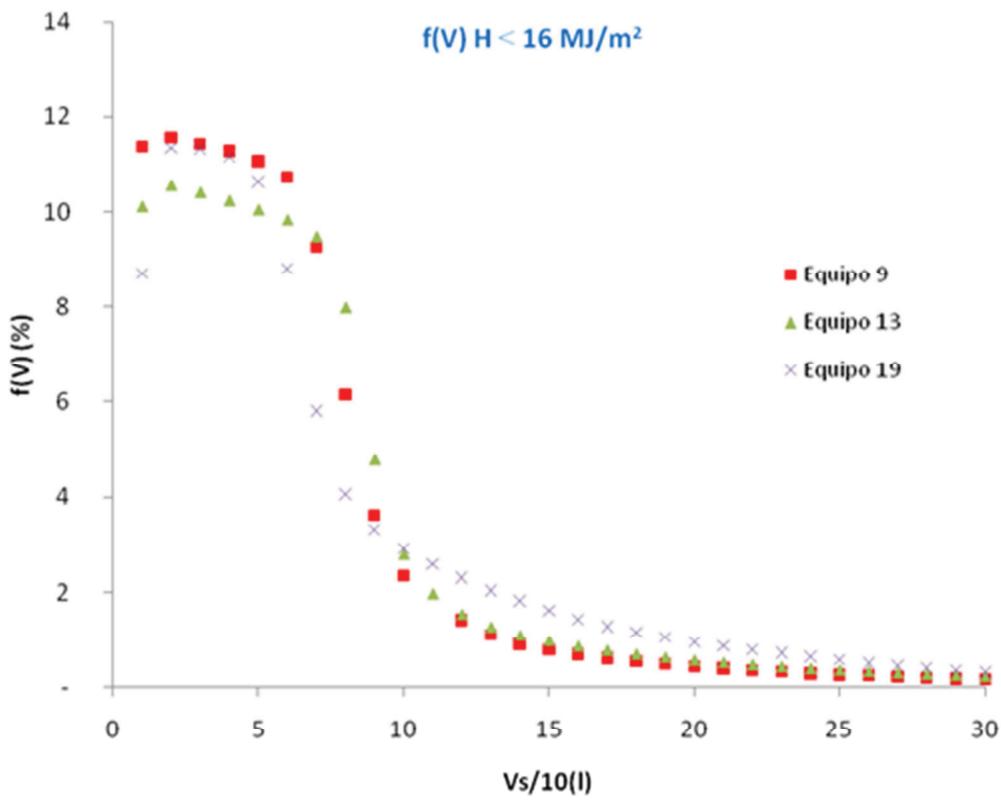
Gráfica 30. $f(V)$ vs décima parte de volumen sistemas 300 litros y $H > 16 \text{ MJ/m}^2$



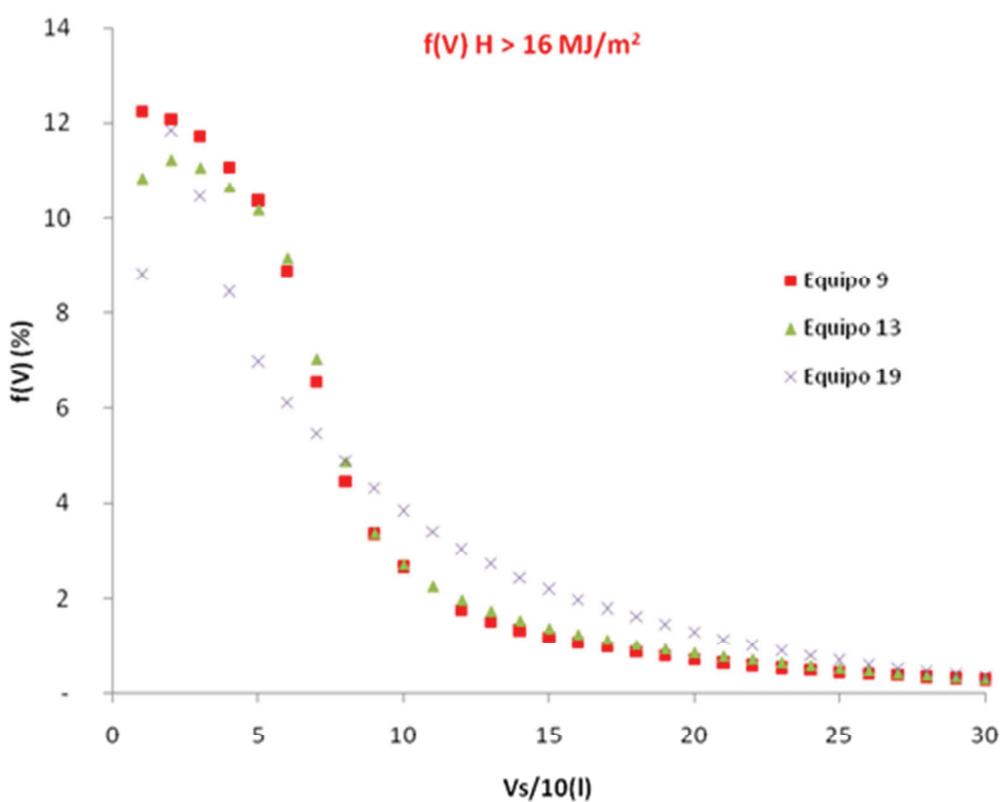
Gráfica 31. $f(V)$ vs décima parte de volumen sistemas 200 litros y $H < 16 \text{ MJ/m}^2$



Gráfica 32. $f(V)$ vs décima parte de volumen sistemas 200 litros y $H > 16 \text{ MJ/m}^2$

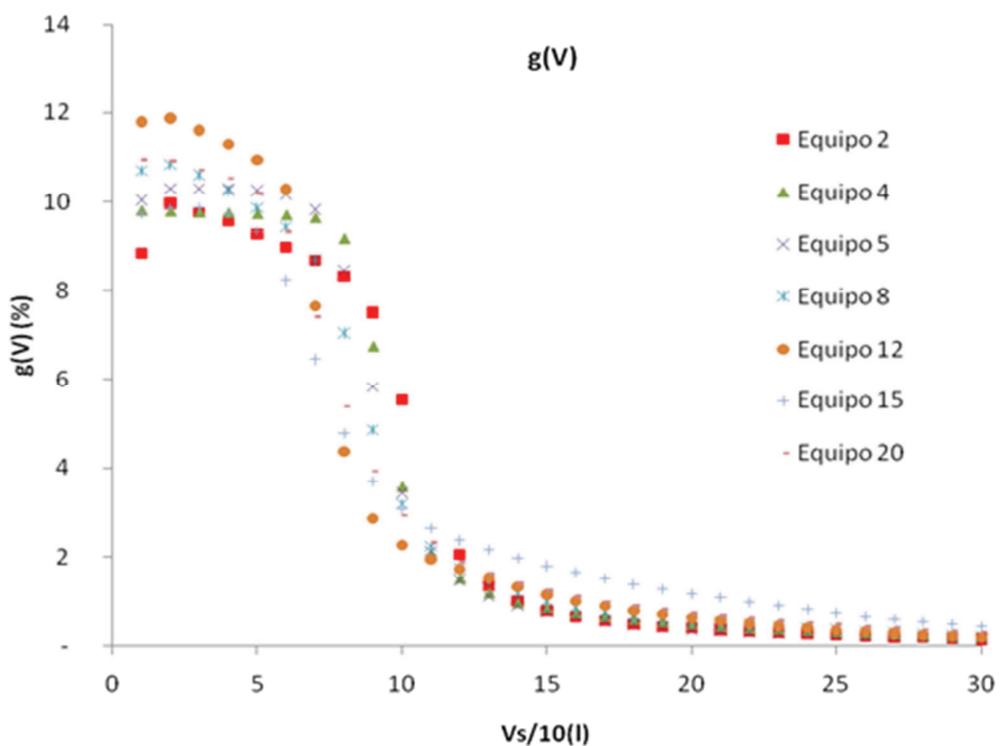


Gráfica 33. $f(V)$ vs décima parte de volumen sistemas 150 litros y $H < 16 \text{ MJ/m}^2$

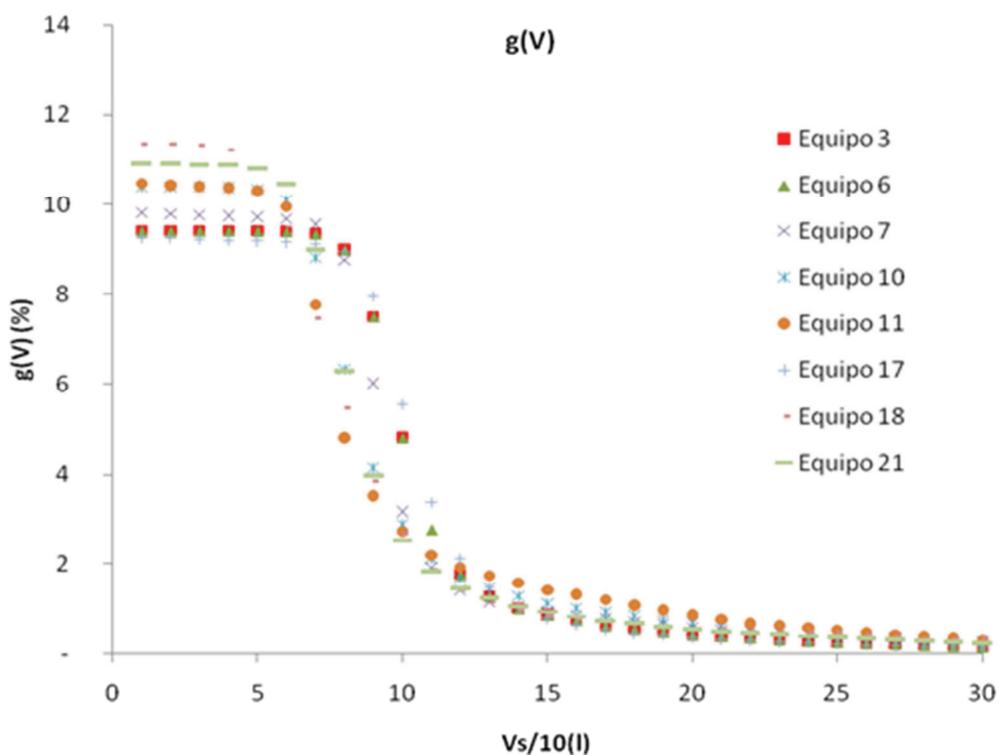


Gráfica 34. $f(V)$ vs décima parte de volumen sistemas 150 litros y $H > 16 \text{ MJ/m}^2$

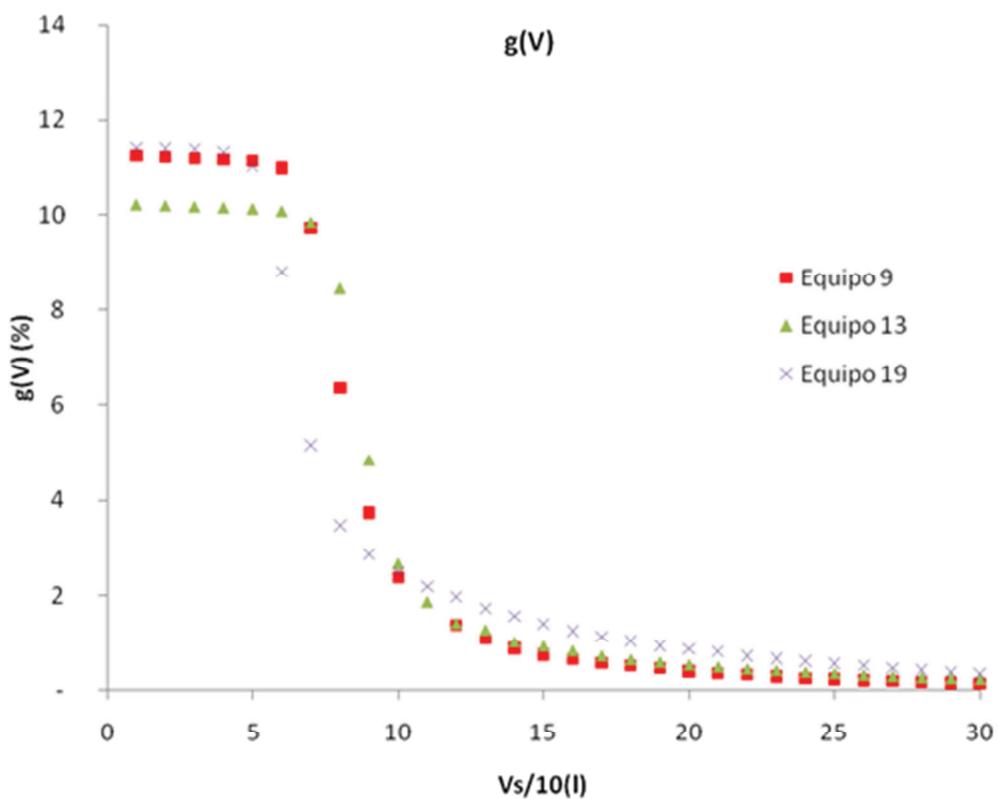
A continuación se representan los perfiles de mezcla g (V) de los equipos



Gráfica 35. g(V) vs décima parte de volumen sistemas 300 litros



Gráfica 36. g(V) vs décima parte de volumen sistemas 200 litros



Gráfica 37. g(V) vs décima parte de volumen sistemas 150 litros

Anexo 3.- Resultados de metodología acreditada

A continuación se exponen los resultados a largo plazo de energía captada en función del volumen de demanda por los equipos números 4 y 11 según la metodología acreditada:

Equipo nº 4:

Ciudad	Qd[MJ]	Q[MJ]	Fsol[%] ⁹	V carga Diaria[l]
Stockholm	2784	1344	0,483	50
Wuzburg	2670	1455	0,545	50
Davos	3021	2169	0,718	50
Atenas	2075	1800	0,867	50
Stockholm	4455	2064	0,463	80
Wuzburg	4272	2249	0,527	80
Davos	4833	3312	0,685	80
Atenas	3320	2798	0,843	80
Stockholm	6126	2736	0,447	110
Wuzburg	5874	2996	0,510	110
Davos	6646	4368	0,657	110
Atenas	4565	3752	0,822	110
Stockholm	7796	3301	0,423	140
Wuzburg	7476	3637	0,486	140
Davos	8458	5244	0,620	140
Atenas	5810	4597	0,791	140
Stockholm	9467	3740	0,395	170
Wuzburg	9078	4153	0,458	170
Davos	10271	5893	0,574	170
Atenas	7055	5313	0,753	170
Stockholm	11138	4006	0,360	200
Wuzburg	10680	4507	0,422	200
Davos	12084	6220	0,515	200
Atenas	8300	5862	0,706	200
Stockholm	13922	4208	0,302	250
Wuzburg	13350	4795	0,359	250
Davos	15104	6448	0,427	250
Atenas	10375	6578	0,634	250
Stockholm	16706	4298	0,257	300
Wuzburg	16020	4894	0,305	300
Davos	18125	6576	0,363	300
Atenas	12450	7064	0,567	300
Stockholm	22275	4408	0,198	400
Wuzburg	21360	5016	0,235	400

⁹ Fracción solar calculada como Q_s/Q_d según la norma UNE-EN 12976-2

Davos	24167	6739	0,279	400
Atenas	16600	7406	0,446	400
Stockholm	33413	4508	0,135	600
Wuzburg	32040	5128	0,160	600
Davos	36251	6886	0,190	600
Atenas	24899	7567	0,304	600

Tabla 9. Resultados para el equipo número 4

Equipo nº 11:

Ciudad	Qd[MJ]	Q[MJ]	Fsol[%] ¹	V carga Diaria[l]
Stockholm	2784	1309	47,00%	50
Wuzburg	2670	1422	53,24%	50
Davos	3021	2149	71,13%	50
Atenas	2075	1793	86,41%	50
Stockholm	4455	2069	46,45%	80
Wuzburg	4272	2251	52,70%	80
Davos	4833	3391	70,16%	80
Atenas	3320	2846	85,71%	80
Stockholm	6126	2793	45,59%	110
Wuzburg	5874	3047	51,87%	110
Davos	6646	4565	68,68%	110
Atenas	4565	3859	84,55%	110
Stockholm	7796	3459	44,37%	140
Wuzburg	7476	3790	50,70%	140
Davos	8458	5643	66,71%	140
Atenas	5810	4812	82,82%	140
Stockholm	9467	4062	42,91%	170
Wuzburg	9078	4466	49,19%	170
Davos	10271	6610	64,35%	170
Atenas	7055	5696	80,74%	170
Stockholm	11138	4581	41,13%	200
Wuzburg	10680	5060	47,38%	200
Davos	12084	7425	61,45%	200
Atenas	8300	6498	78,29%	200
Stockholm	13922	5226	37,54%	250
Wuzburg	13350	5846	43,79%	250
Davos	15104	8338	55,21%	250
Atenas	10375	7616	73,41%	250
Stockholm	16706	5639	33,75%	300
Wuzburg	16020	6399	39,95%	300
Davos	18125	8830	48,72%	300
Atenas	12450	8501	68,28%	300
Stockholm	22275	6057	27,19%	400

Wuzburg	21360	6938	32,48%	400
Davos	24167	9379	38,81%	400
Atenas	16600	9918	59,75%	400
Stockholm	33413	6452	19,31%	600
Wuzburg	32040	7384	23,05%	600
Davos	36251	9977	27,52%	600
Atenas	24899	11038	44,33%	600

Tabla 10. Resultados para el equipo número 11

Anexo 4.- Resultados del análisis de sensibilidad de los parámetros para las diferentes zonas climáticas

Los equipos analizados son tres: el equipo nº 4, el equipo nº 11 y un equipo ficticio cuyos parámetros vienen determinados por la media de los parámetros de los veintiún equipos ensayados y de los cuales se tienen datos, que son, respectivamente, el considerado mejor equipo, el peor, y el medio en función de los parámetros U_s y a_i , respectivamente.

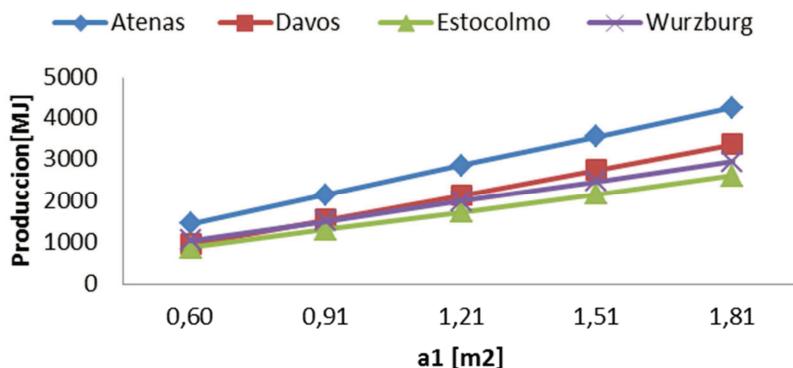
Para cada análisis de sensibilidad se simula la producción de energía térmica para cada sistema en cada una de las localizaciones de referencia, y posteriormente se elaboran unas gráficas en las cuales se representa la tendencia de la producción ante esa variación de cada parámetro. Se incluye también la representación de la fracción solar en función de los valores del parámetro analizado.

4.1.- Frente a variaciones de la gráfica Q-H

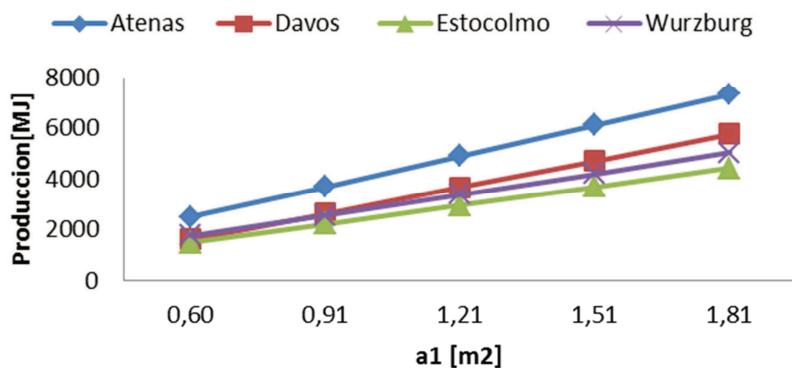
Para analizar la influencia de cada parámetro se ha variado desde un valor $0,5 \cdot a_i$ (inicial) hasta un valor $1,5 \cdot a_i$ (inicial).

Equipo 4:

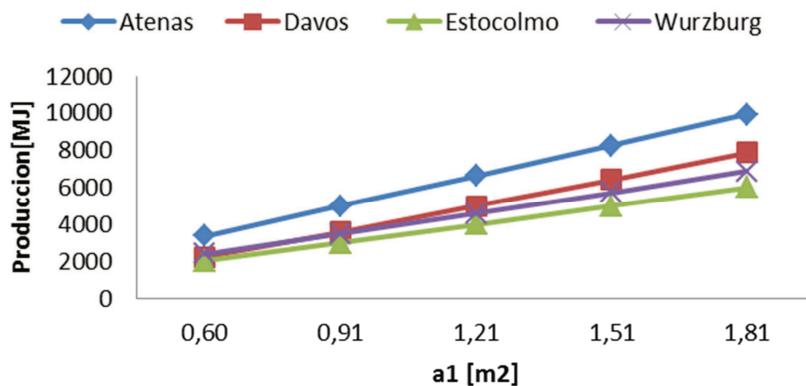
- a_1 inicial: $1,21 \text{ m}^2$.
- Rango de variación de a_1 : Desde $0,6$ hasta $1,81 \text{ m}^2$.



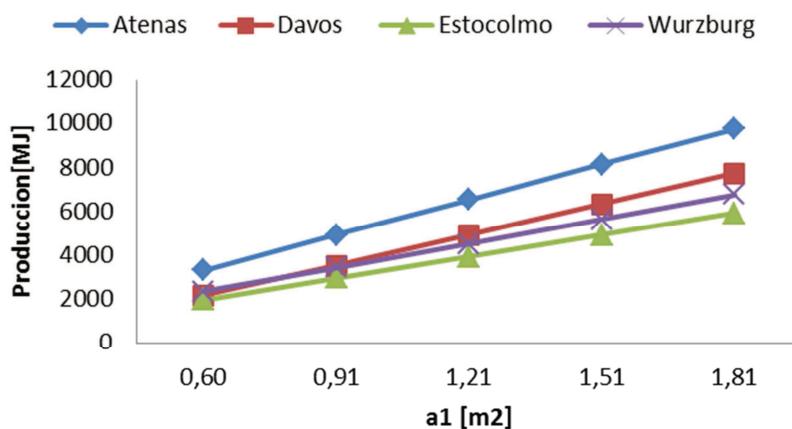
Gráfica 38. Relación de a_1 vs. Producción para un V_c de 50 l.



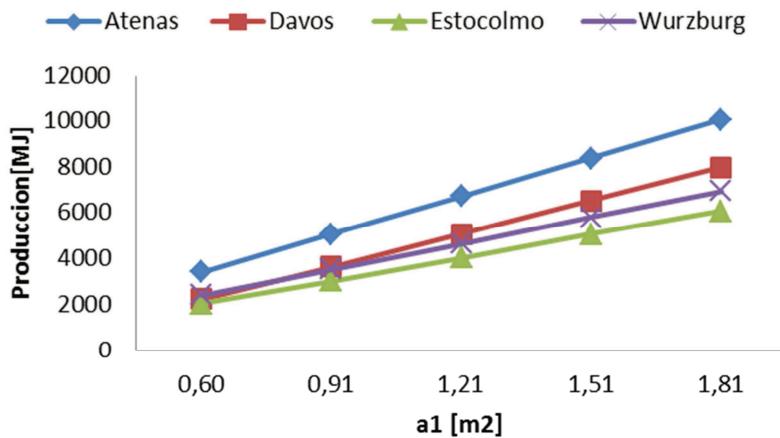
Gráfica 39. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 120 l.



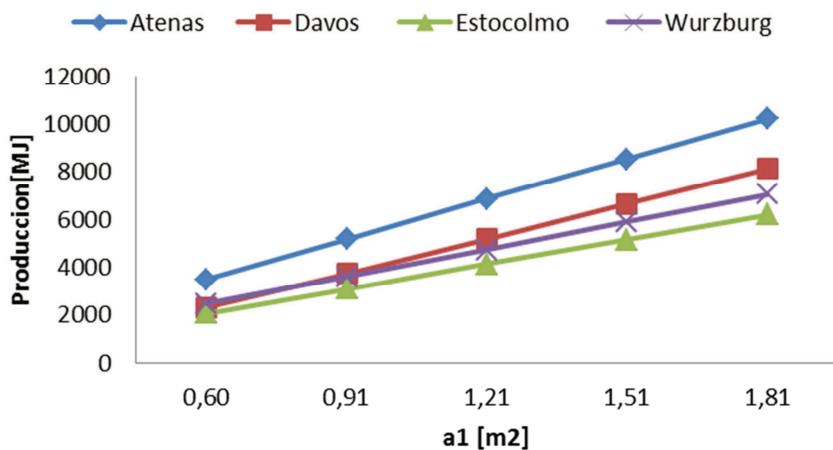
Gráfica 40. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 190 l.



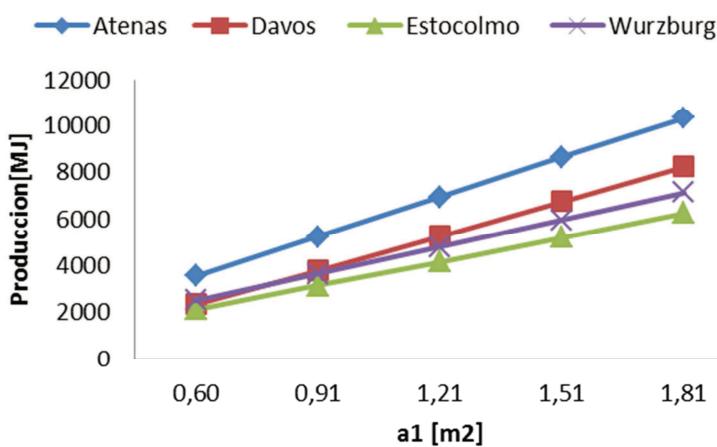
Gráfica 41. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 42. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 400 l.

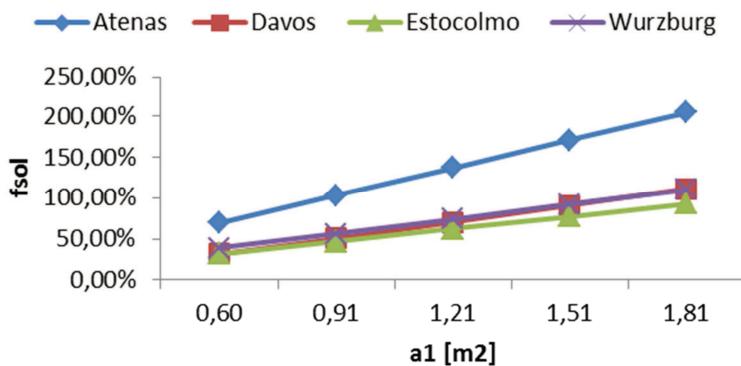


Gráfica 43. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 500 l.

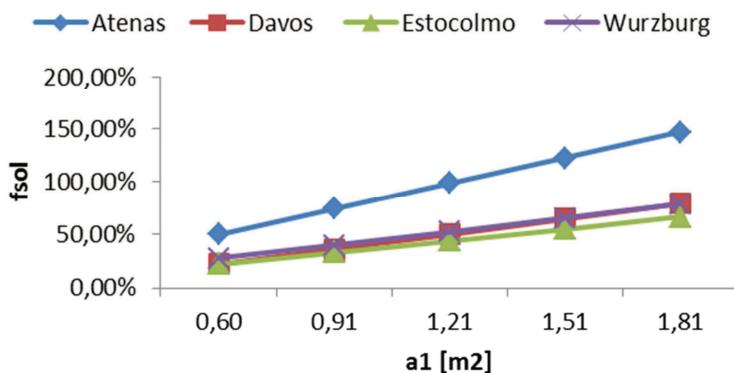


Gráfica 44. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 600 l.

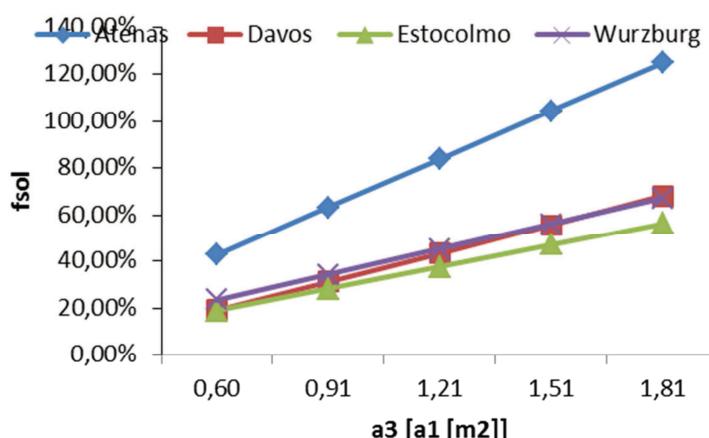
A continuación se representa la fracción solar frente a a1 para cada volumen de demanda:



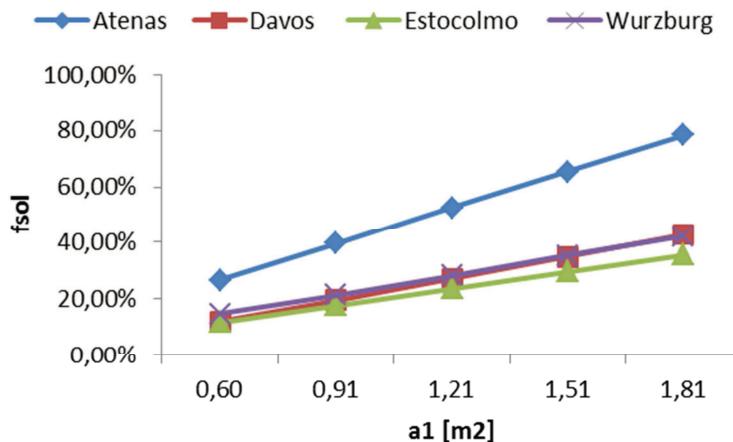
Gráfica 45. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 50 l.



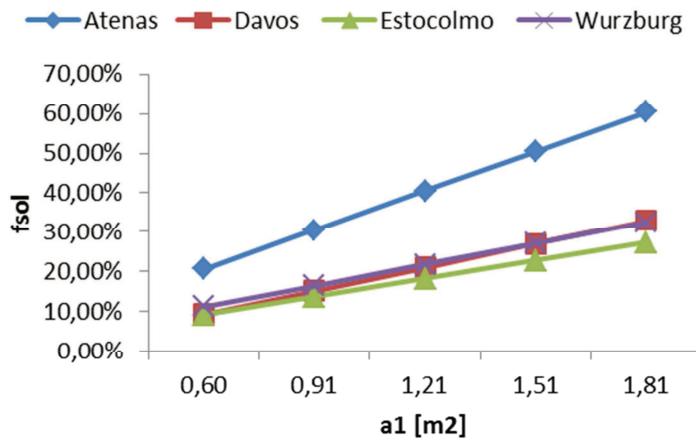
Gráfica 46. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



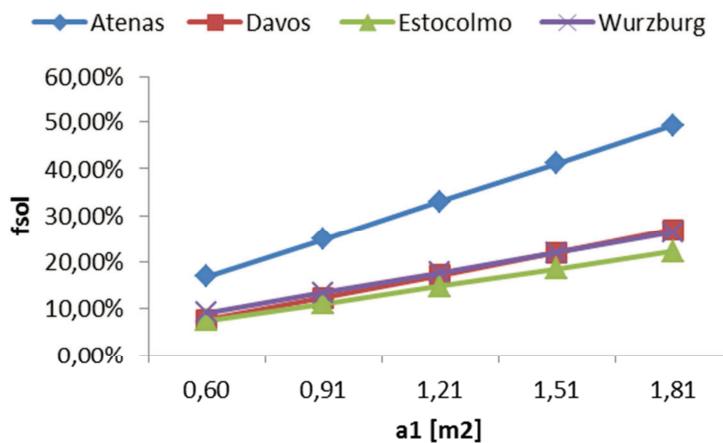
Gráfica 47. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



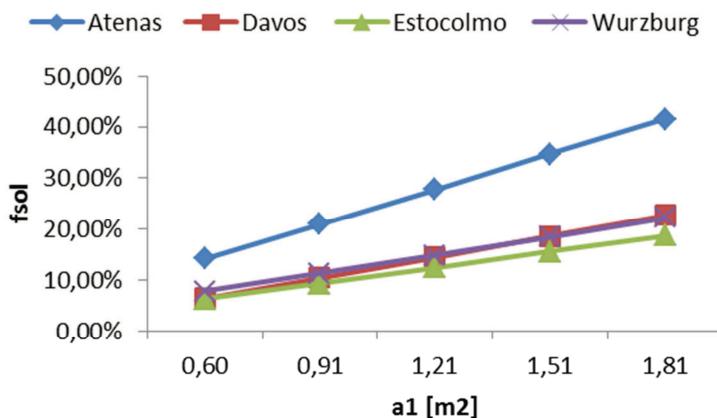
Gráfica 48. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 49. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.

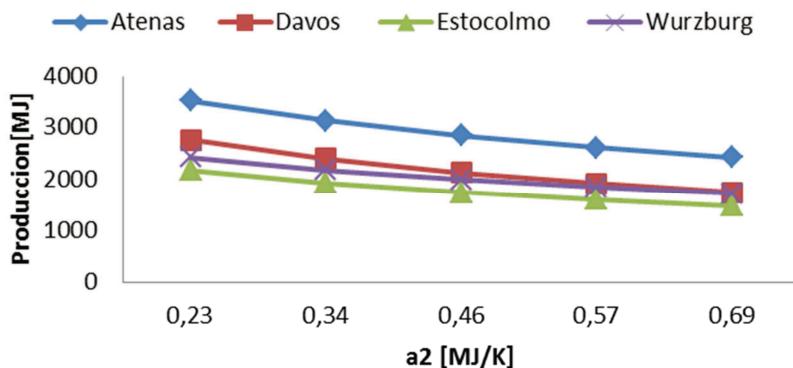


Gráfica 50. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.

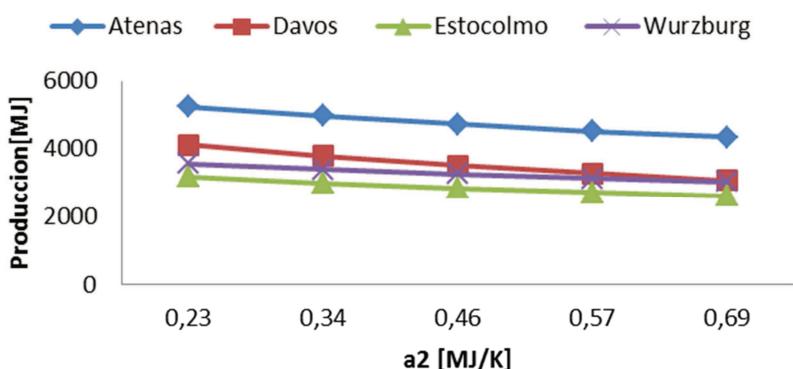


Gráfica 51. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

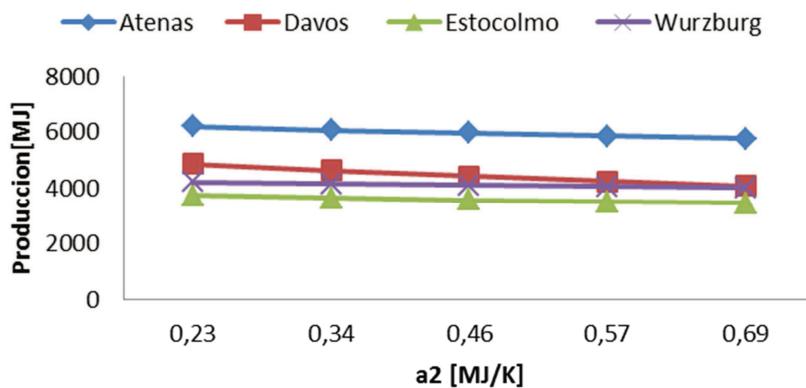
- a_2 inicial: 0,45 MJ/K.
- Rango de variación de a_2 : Desde 0,22 hasta 0,67 MJ/K.



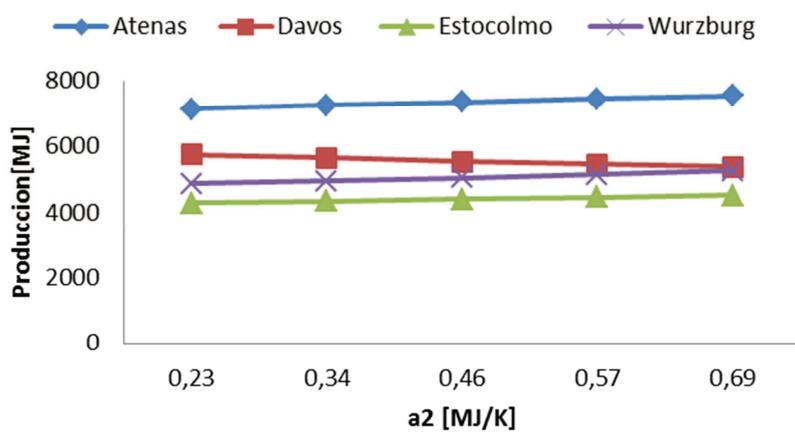
Gráfica 52. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 50 l.



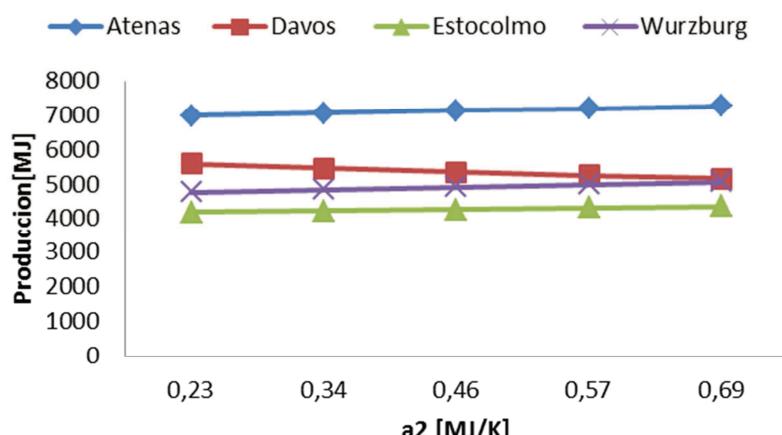
Gráfica 53. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 120 l.



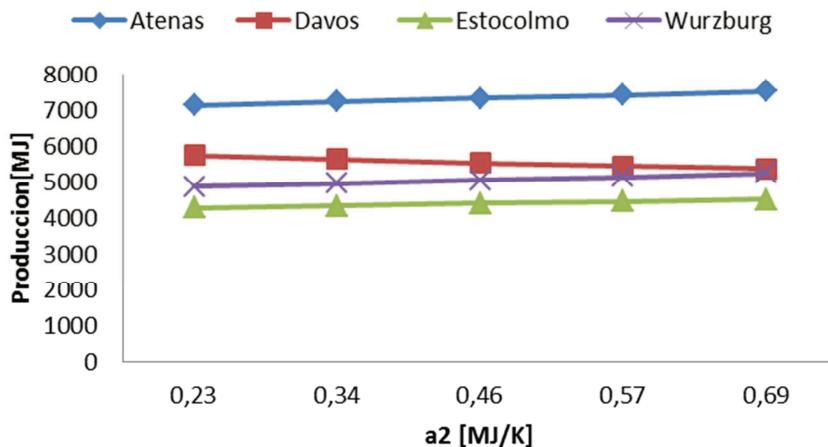
Gráfica 54. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 190 l.



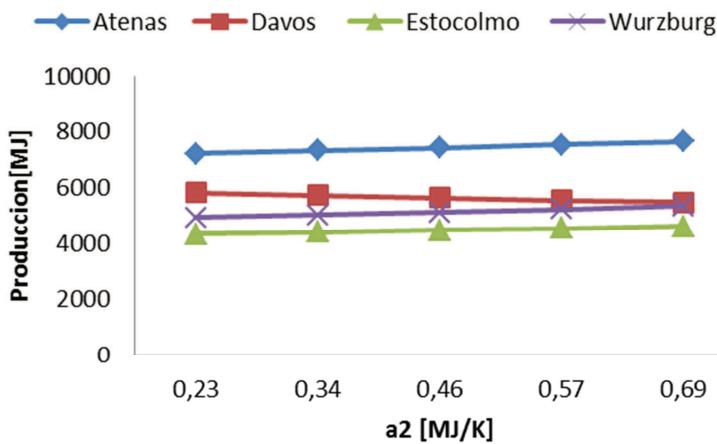
Gráfica 55. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 300 l.



Gráfica 56. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 400 l.

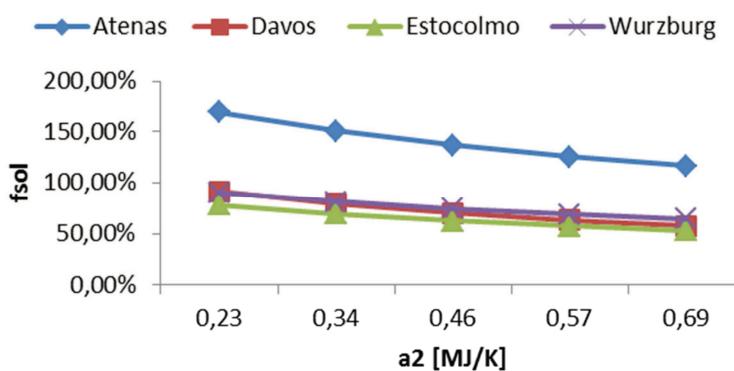


Gráfica 57. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 500 l.

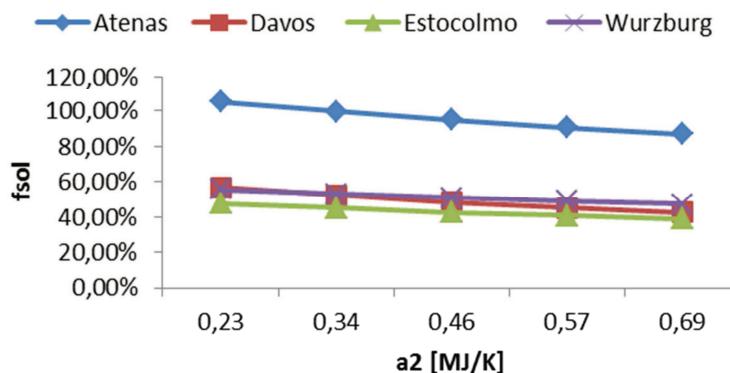


Gráfica 58. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 600 l.

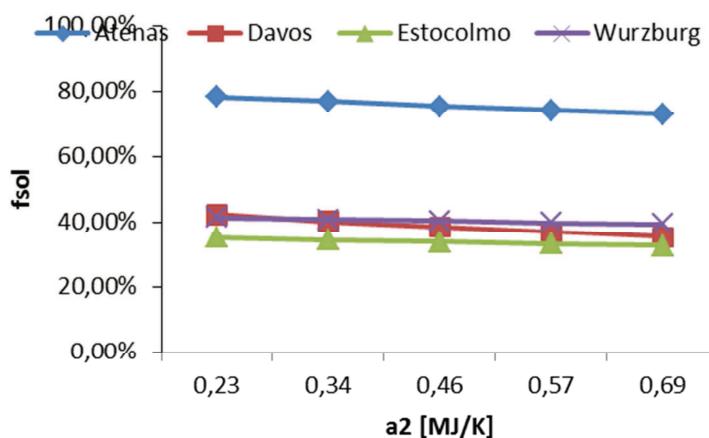
A continuación se representa la fracción solar frente a a_2 para cada volumen de demanda:



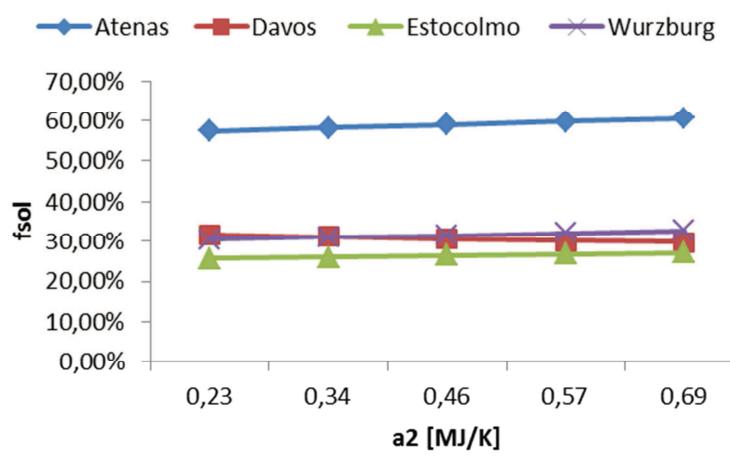
Gráfica 59. Relación de a_2 vs. f_{sol} para un V_c de 50 l.



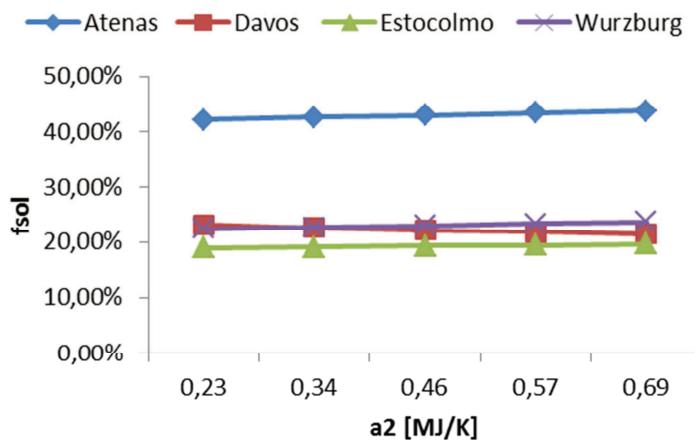
Gráfica 60. Relación de a_2 vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



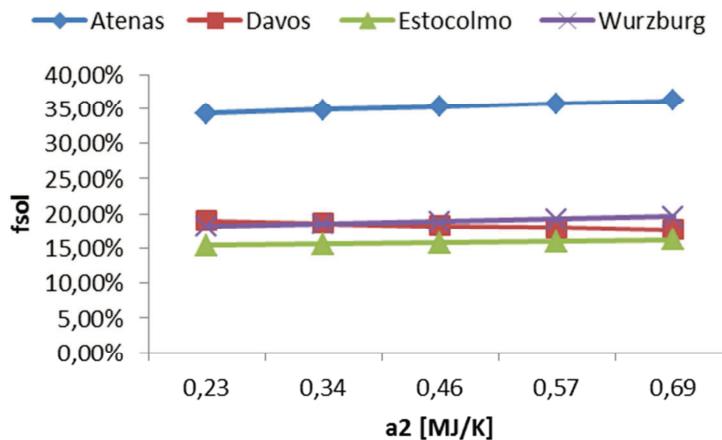
Gráfica 61. Relación de a_2 vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



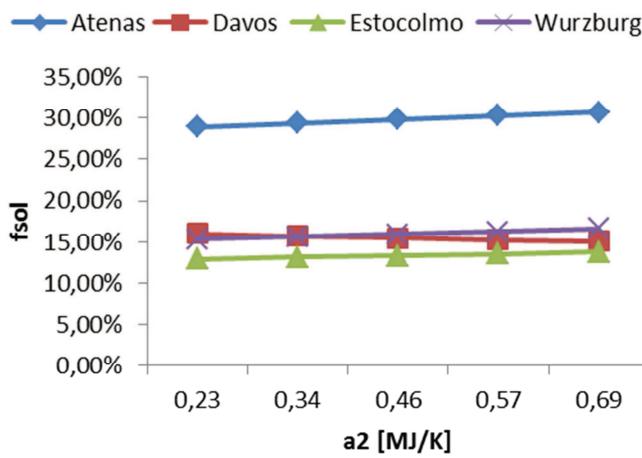
Gráfica 62. Relación de a_2 vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 63. Relación de a_2 vs. $fsol$ para un V_c de 400 l.

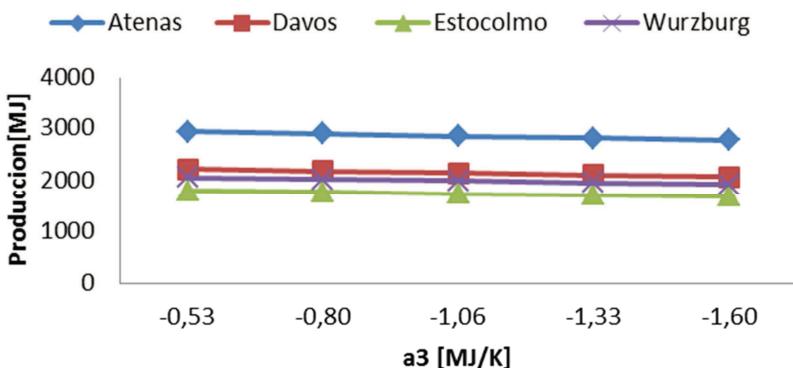


Gráfica 64. Relación de a_2 vs. $fsol$ para un V_c de 500 l.

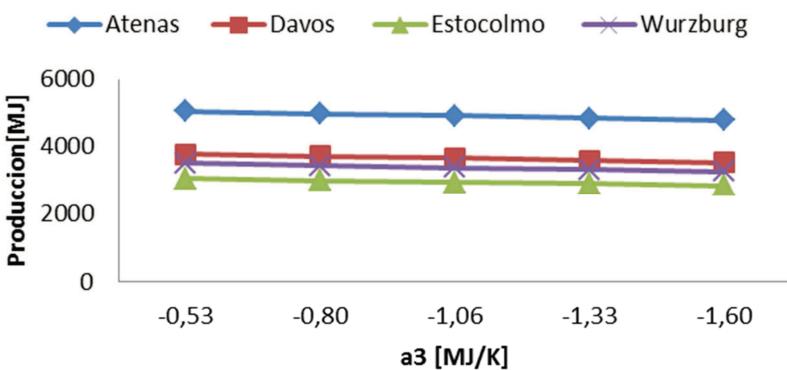


Gráfica 65. Relación de a_2 vs. $fsol$ para un V_c de 600 l.

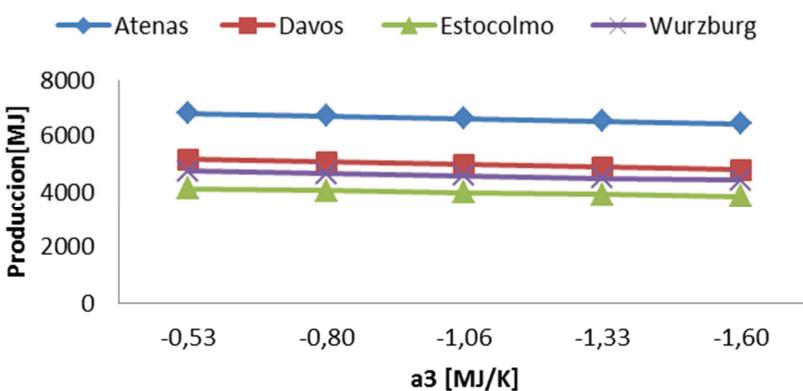
- a₃ inicial: -1,06 MJ/K.
- Rango de variación de a₃: Desde -0,53 hasta -1,6 MJ/K.



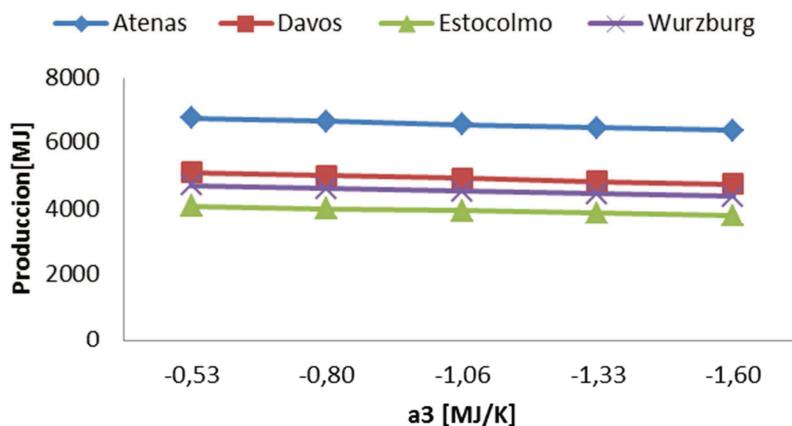
Gráfica 66. Relación de a₃ vs. Producción para un V_c de 50 l.



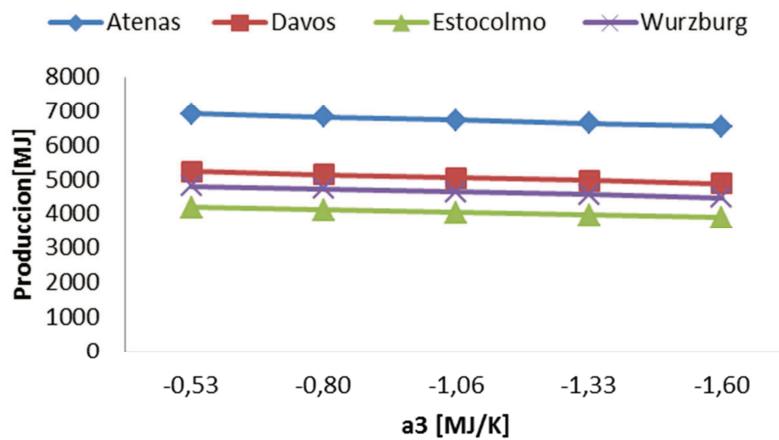
Gráfica 67. Relación de a₃ vs. Producción para un V_c de 120 l.



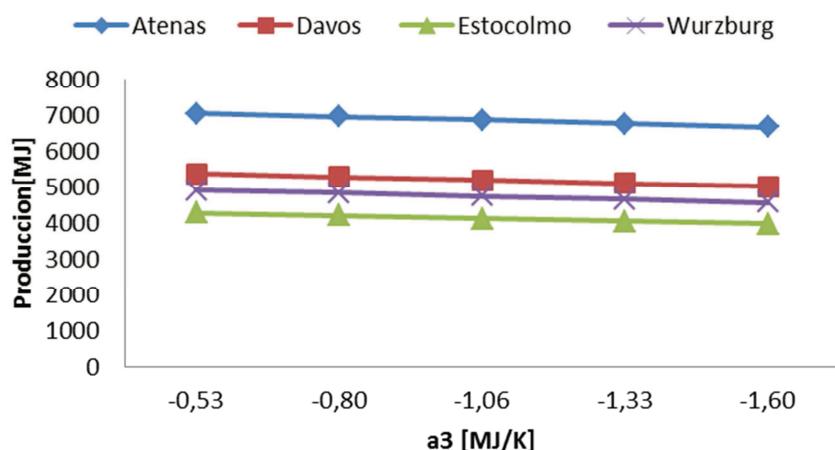
Gráfica 68. Relación de a₃ vs. Producción para un V_c de 190 l.



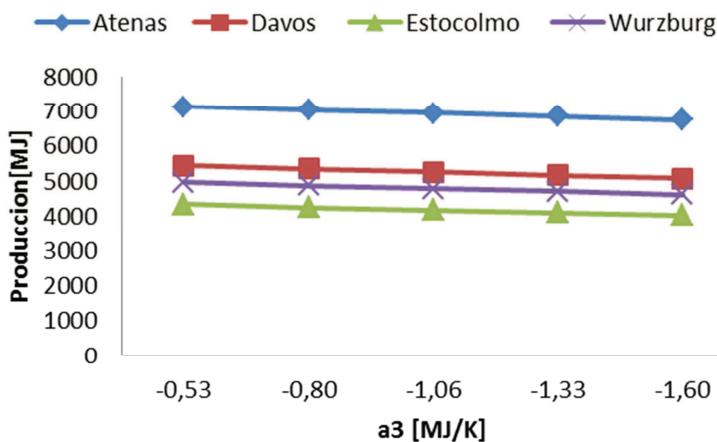
Gráfica 69. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 300 l.



Gráfica 70. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 400 l.

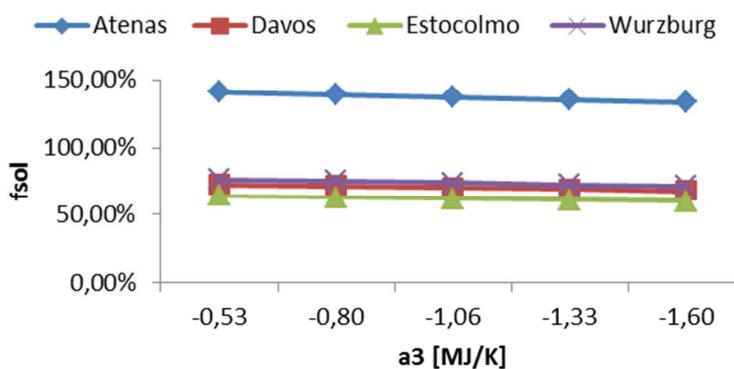


Gráfica 71. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 500 l.

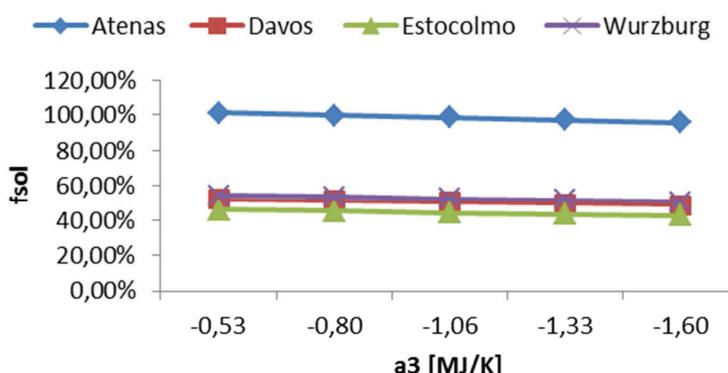


Gráfica 72. Relación de a3 vs. Producción para un Vc de 600 l.

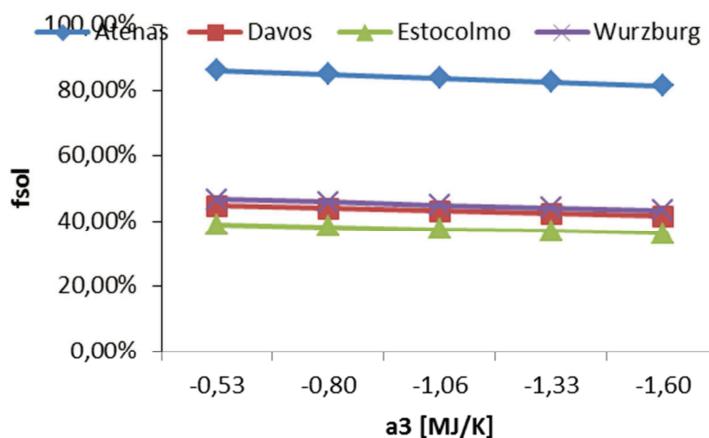
A continuación se representa la fracción solar frente a a3 para cada volumen de demanda:



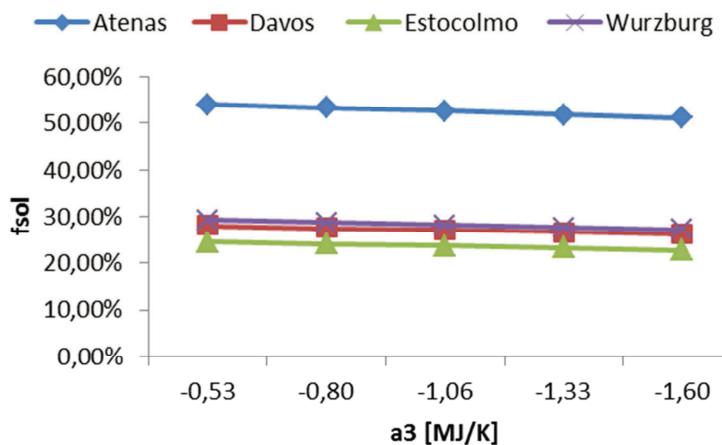
Gráfica 73. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 50 l.



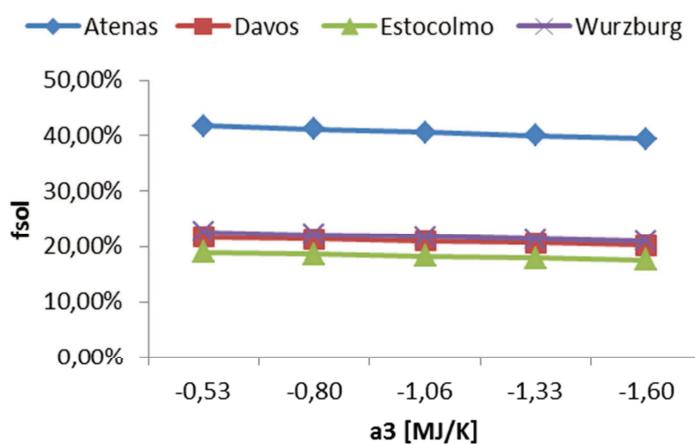
Gráfica 74. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 120 l.



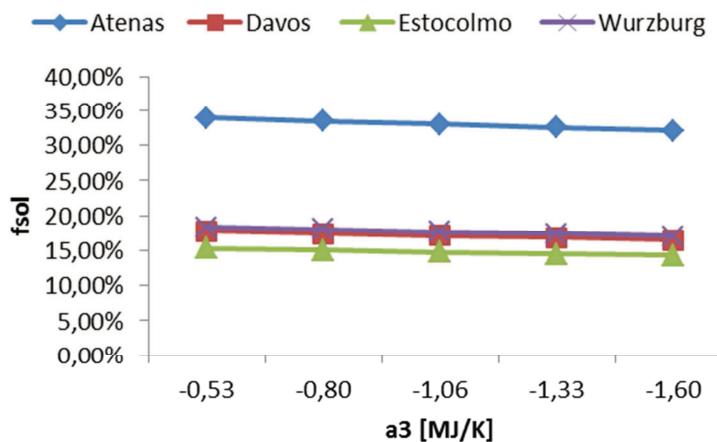
Gráfica 75. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



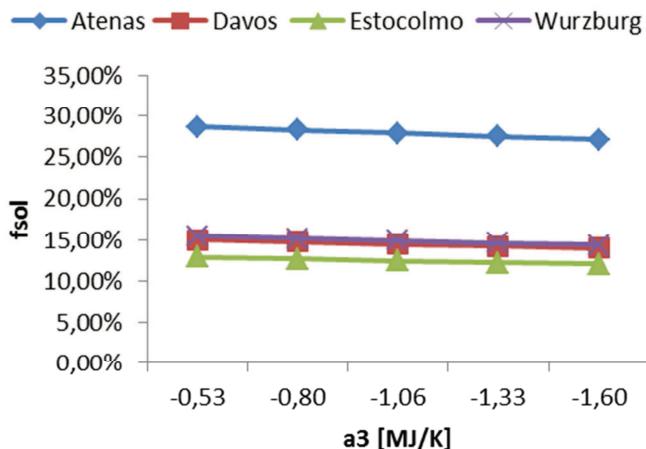
Gráfica 76. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 77. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.



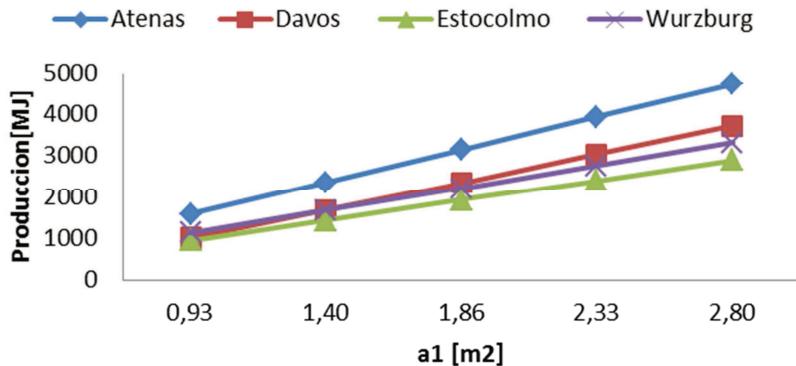
Gráfica 78. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 500 l.



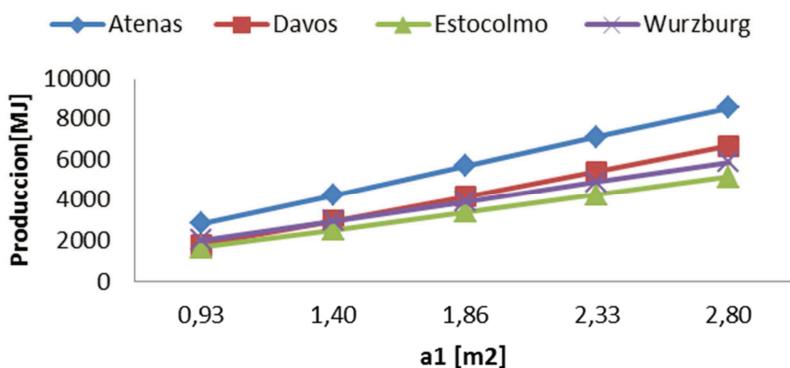
Gráfica 79. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 600 l.

Equipo 11:

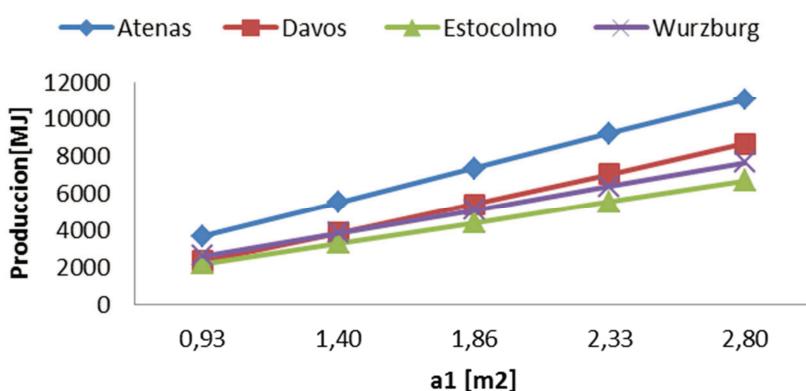
- a1 inicial: 1,86 m².
- Rango de variación de a1: Desde 0,93 hasta 2,8 m².



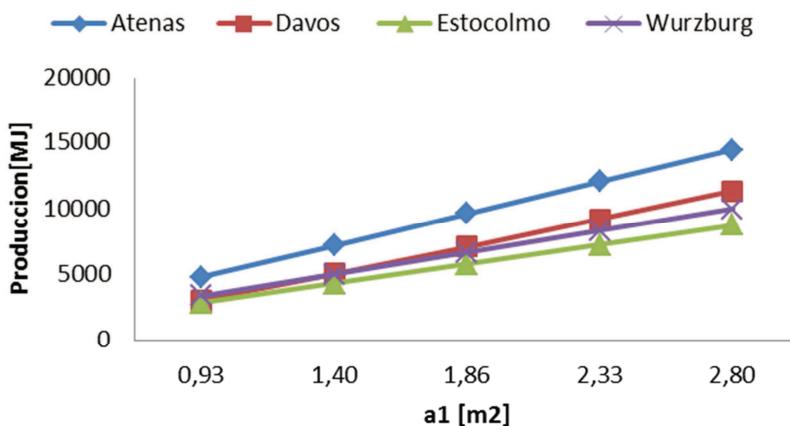
Gráfica 80. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 50 l.



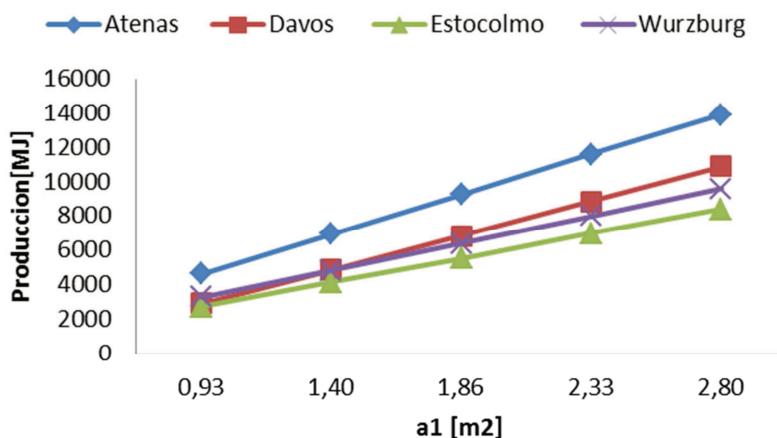
Gráfica 81. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 120 l.



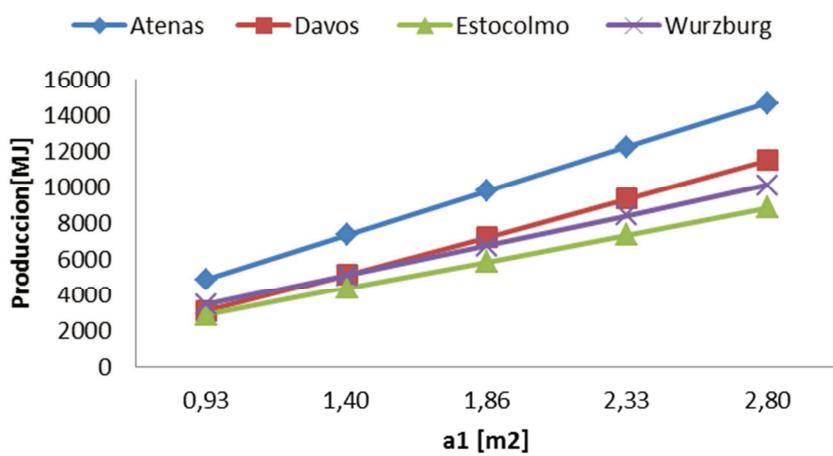
Gráfica 82. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 190 l.



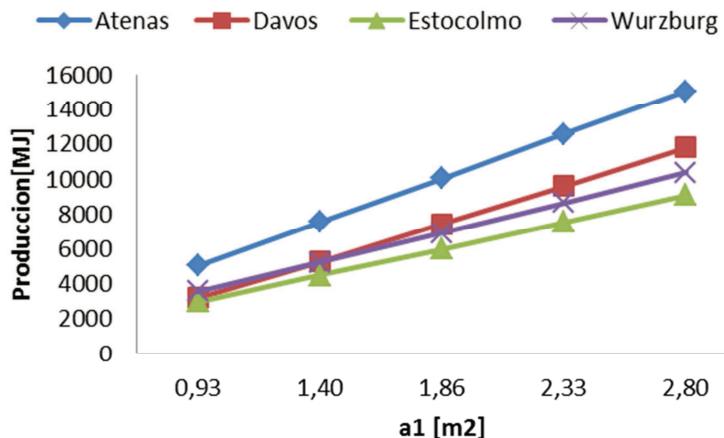
Gráfica 83. Relación de a_1 vs. Producción para un V_c de 300 l.



Gráfica 84. Relación de a_1 vs. Producción para un V_c de 400 l.

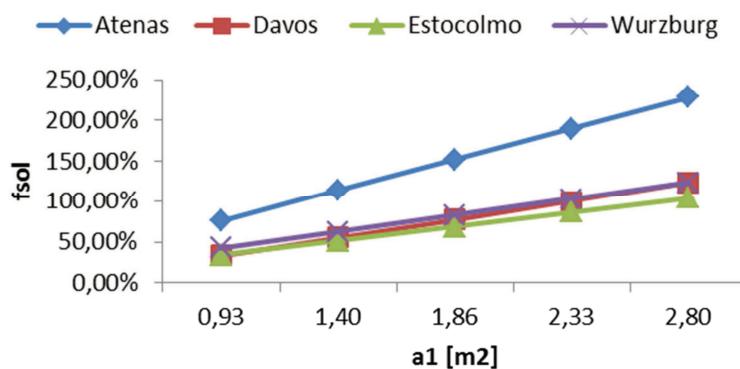


Gráfica 85. Relación de a_1 vs. Producción para un V_c de 500 l.

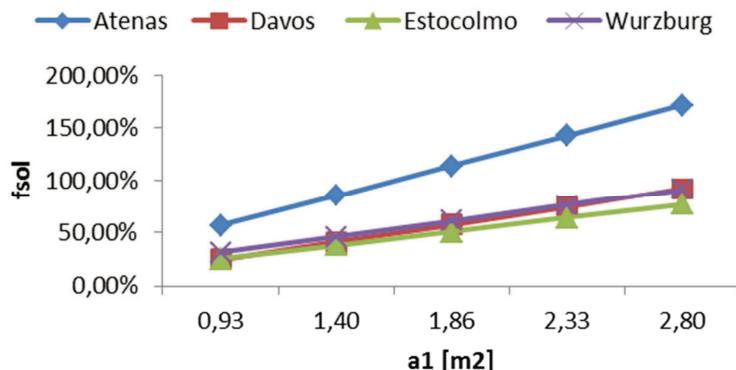


Gráfica 86. Relación de a_1 vs. Producción para un V_c de 600 l.

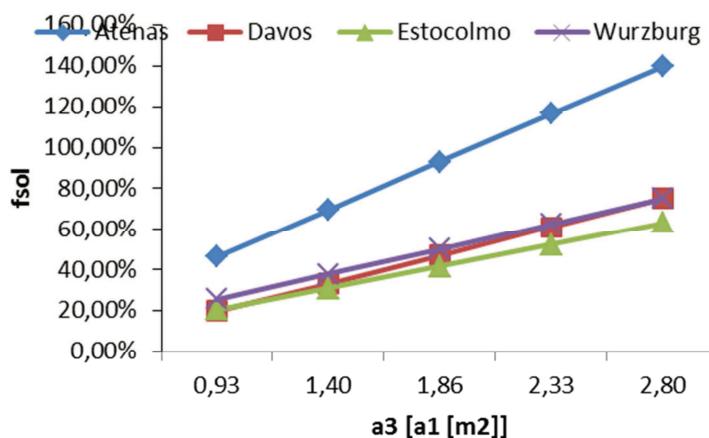
A continuación se representa la fracción solar frente a a_1 para cada volumen de demanda:



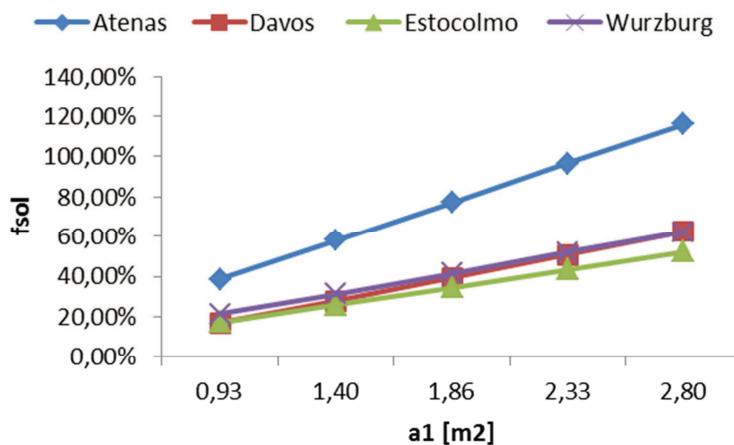
Gráfica 87. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 50 l.



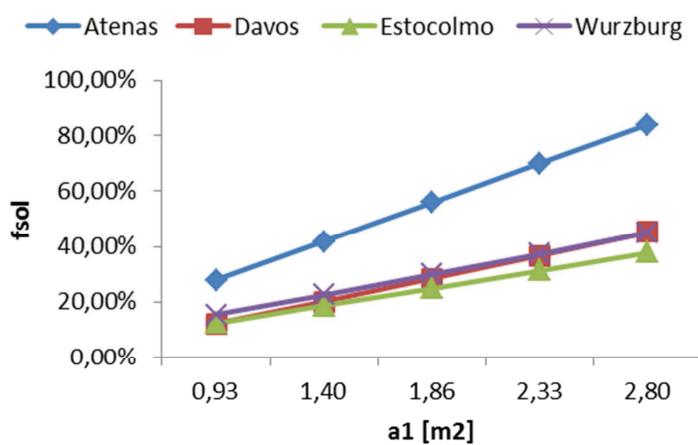
Gráfica 88. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



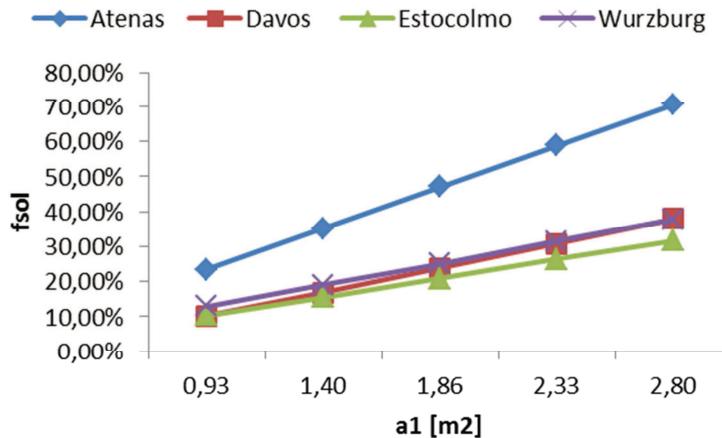
Gráfica 89. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



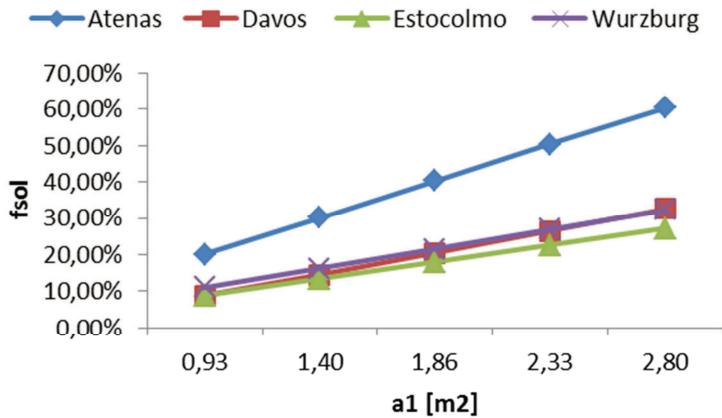
Gráfica 90. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 91. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.

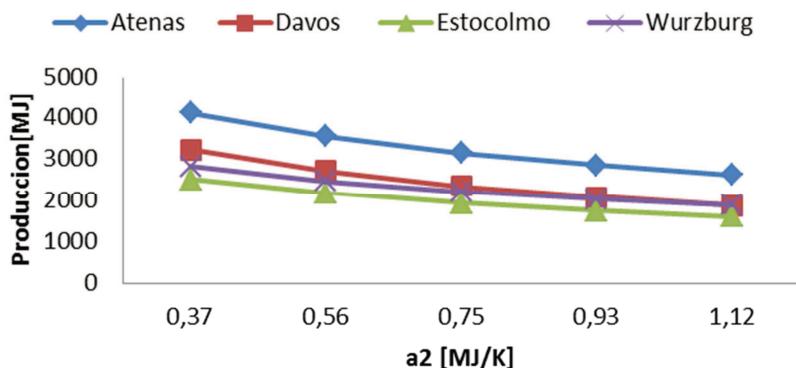


Gráfica 92. Relación de a1 vs. fsol para un Vc de 500 l.

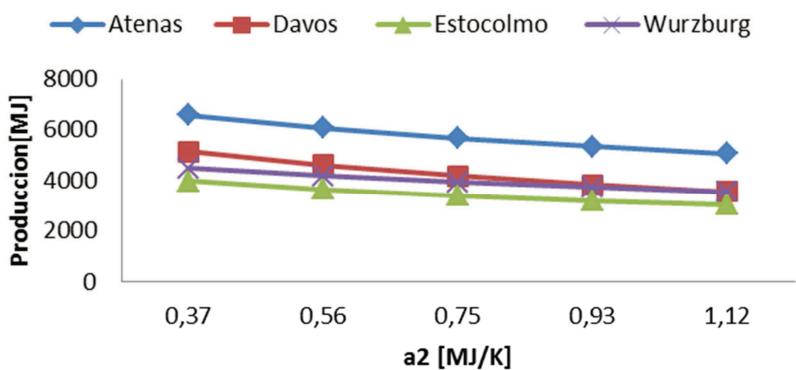


Gráfica 93. Relación de a1 vs. fsol para un Vc de 600 l.

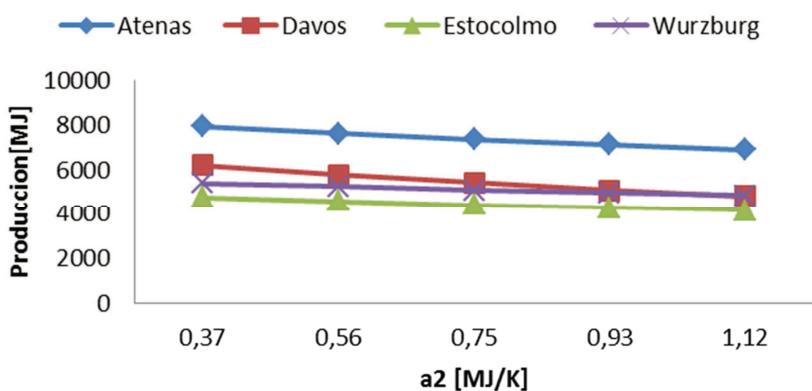
- a2 inicial: 0,75 MJ/K.
- Rango de variación de a2: Desde 0,37 hasta 1,12 MJ/K.



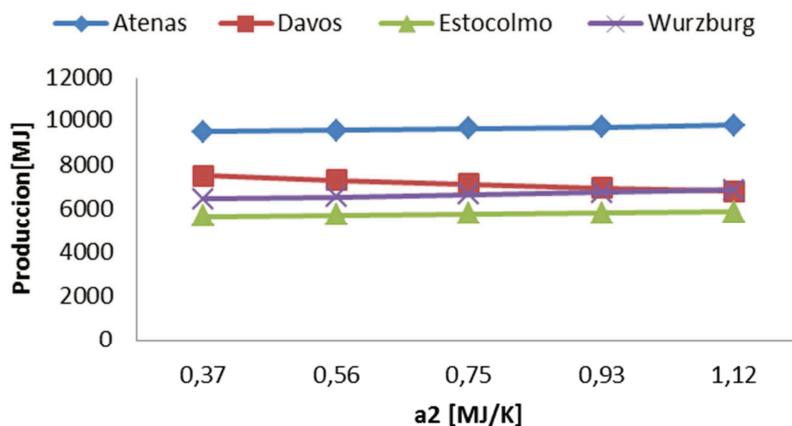
Gráfica 94. Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 50 l.



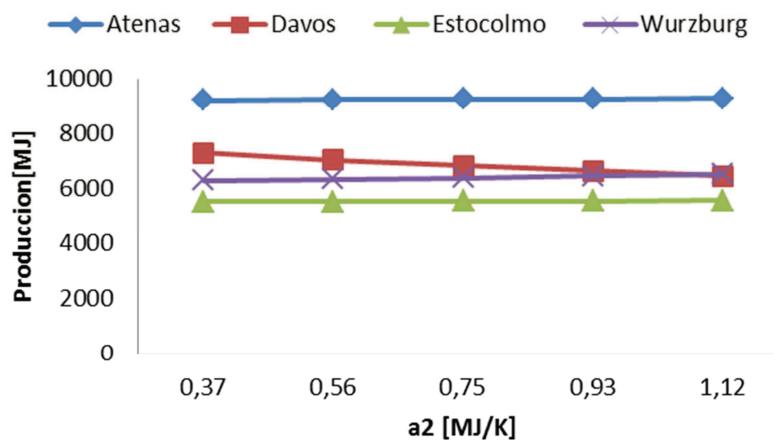
Gráfica 95. Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 120 l.



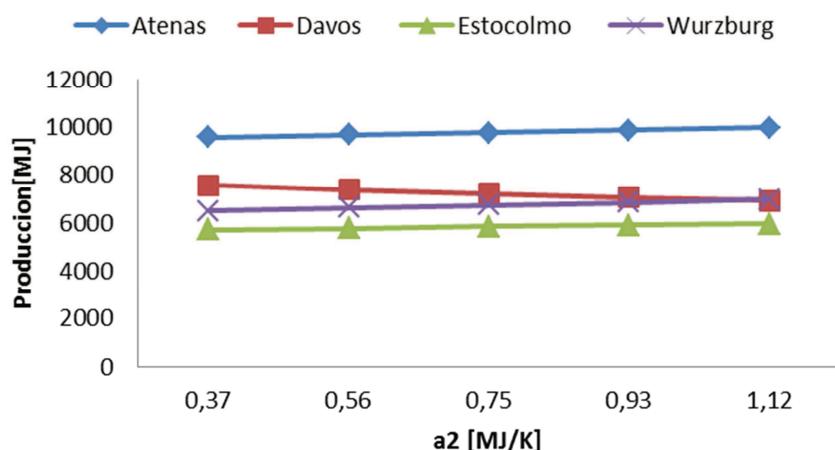
Gráfica 96. Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 190 l.



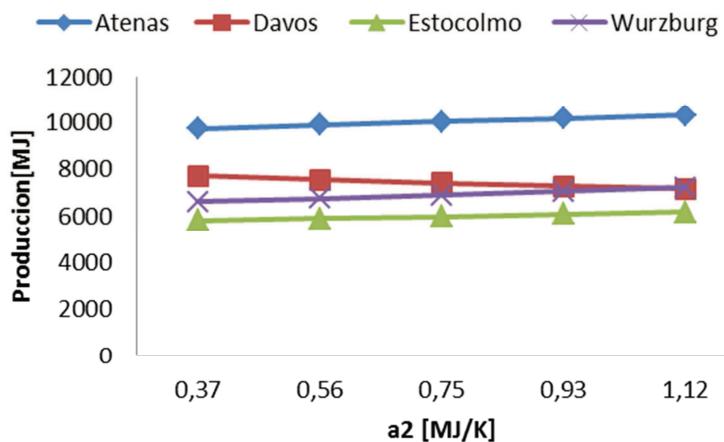
Gráfica 97. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 300 l.



Gráfica 98. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 400 l.

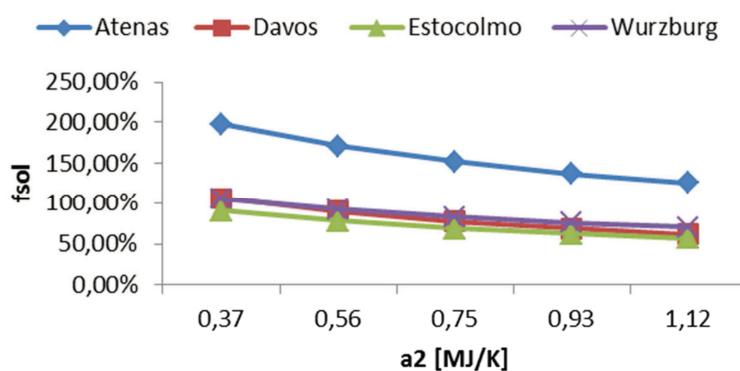


Gráfica 99. Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 500 l.

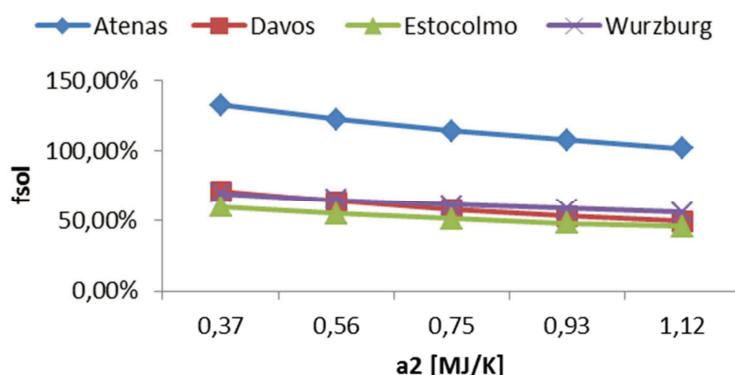


Gráfica 100. Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 600 l.

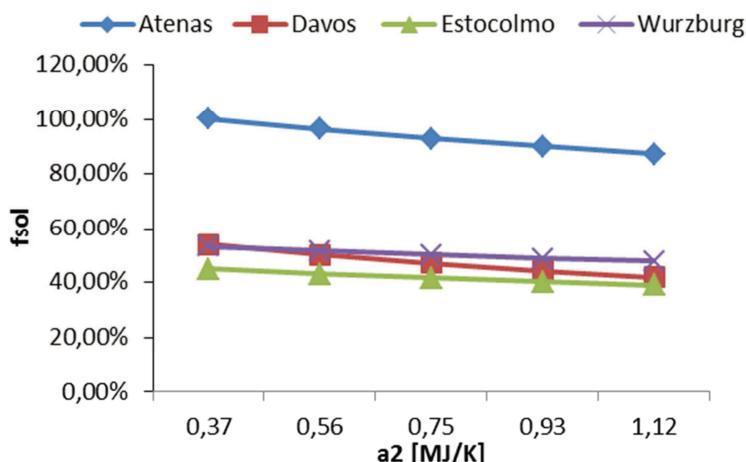
A continuación se representa la fracción solar frente a a2 para cada volumen de demanda:



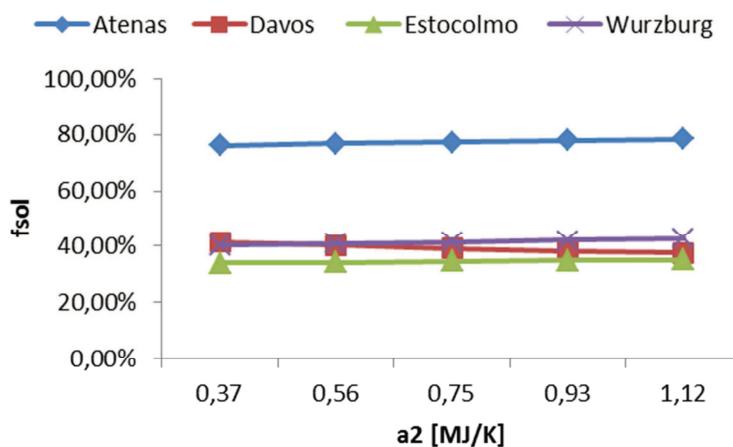
Gráfica 101. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 50 l.



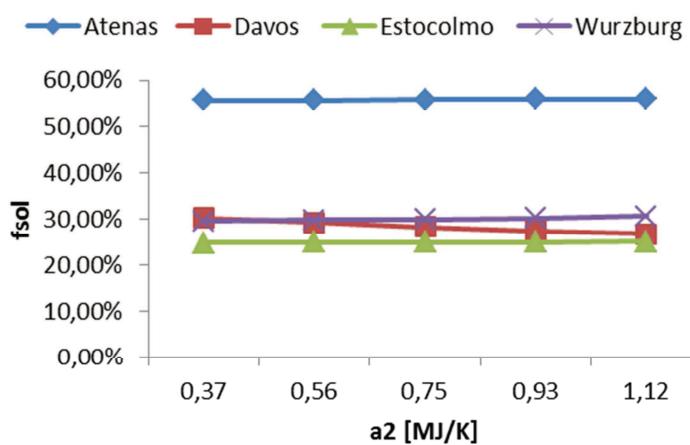
Gráfica 102. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 120 l.



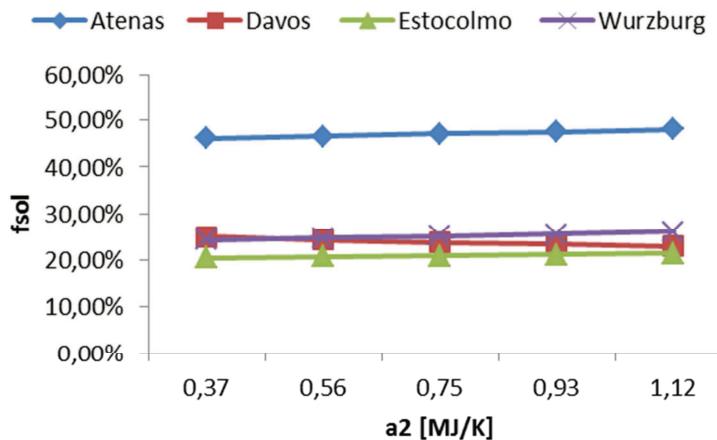
Gráfica 103. Relación de a_2 vs. $fsol$ para un V_c de 190 l.



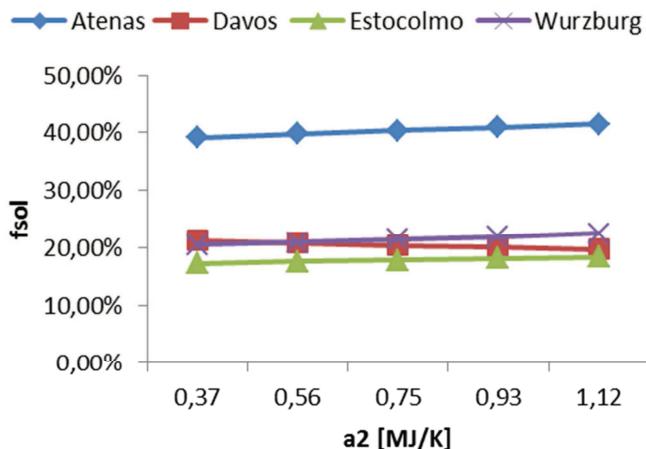
Gráfica 104. Relación de a_2 vs. $fsol$ para un V_c de 300 l.



Gráfica 105. Relación de a_2 vs. $fsol$ para un V_c de 400 l.

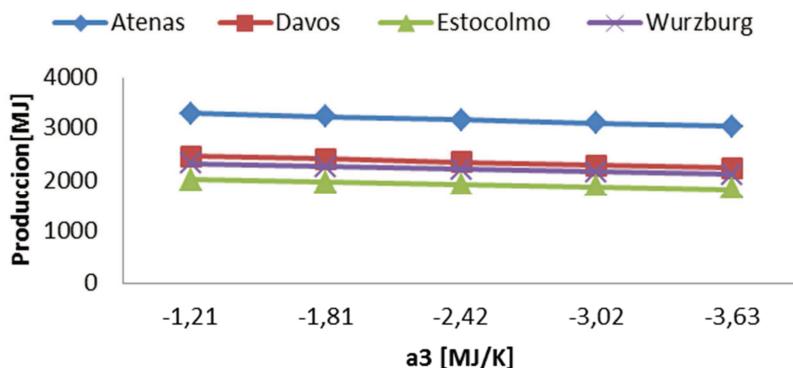


Gráfica 106. Relación de a_2 vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.

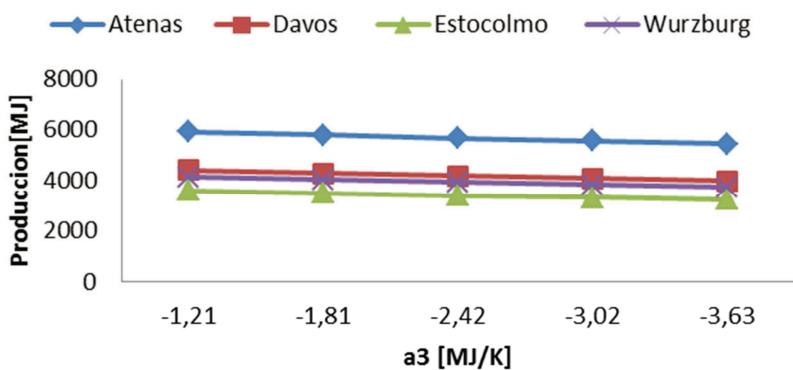


Gráfica 107. Relación de a_2 vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

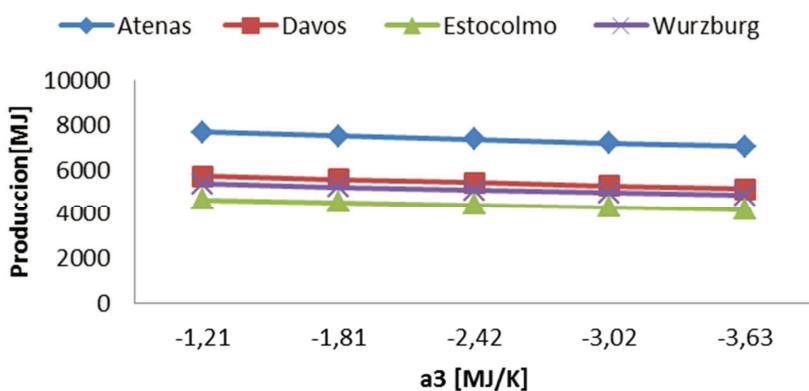
- a3 inicial: -2,42 MJ/K.
- Rango de variación de a3: Desde -1,21 hasta -3,63 MJ/K.



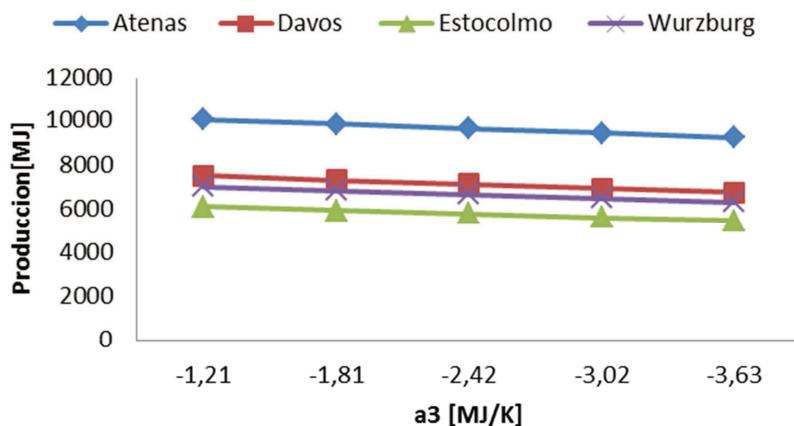
Gráfica 108. Relación de a3 vs. Producción para un Vc de 50 l.



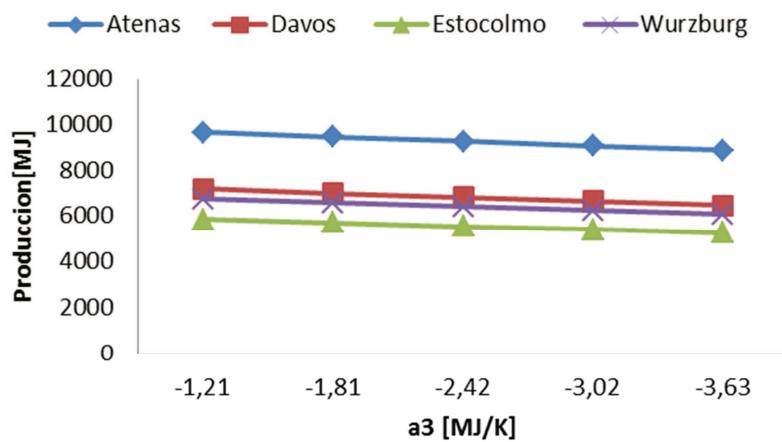
Gráfica 109. Relación de a3 vs. Producción para un Vc de 120 l.



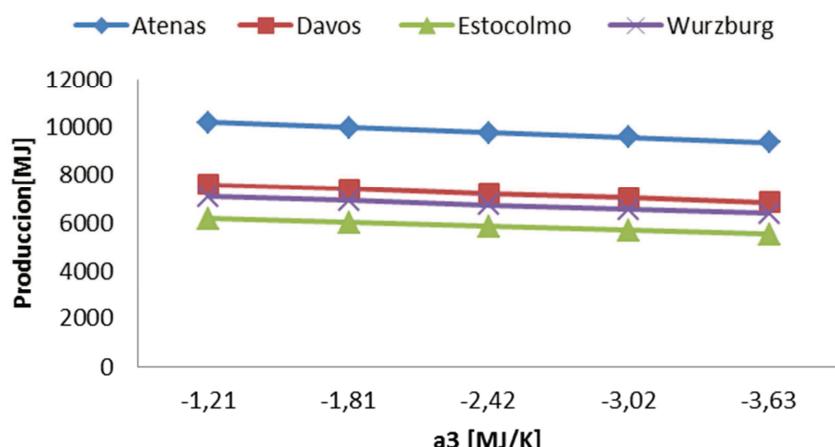
Gráfica 110. Relación de a3 vs. Producción para un Vc de 190 l.



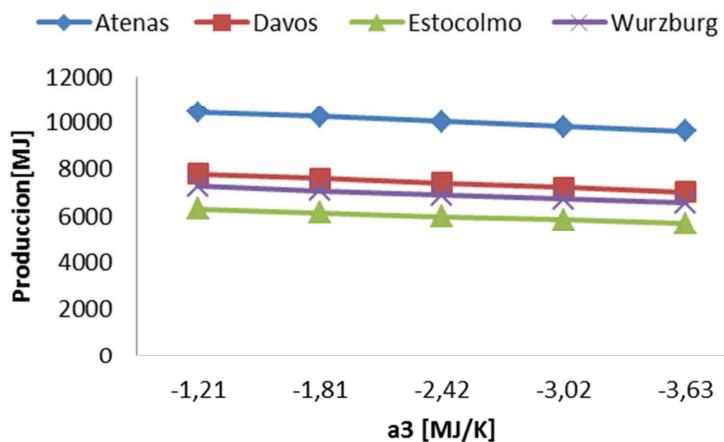
Gráfica 111. Relación de a_3 vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 112. Relación de a_3 vs. Producción para un Vc de 400 l.

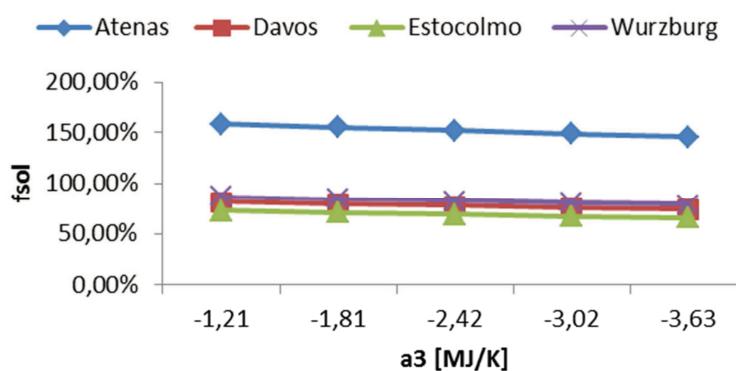


Gráfica 113. Relación de a_3 vs. Producción para un Vc de 500 l.

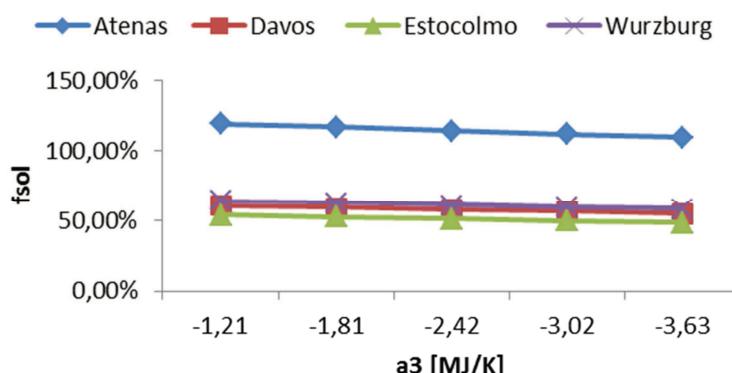


Gráfica 114. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 600 l.

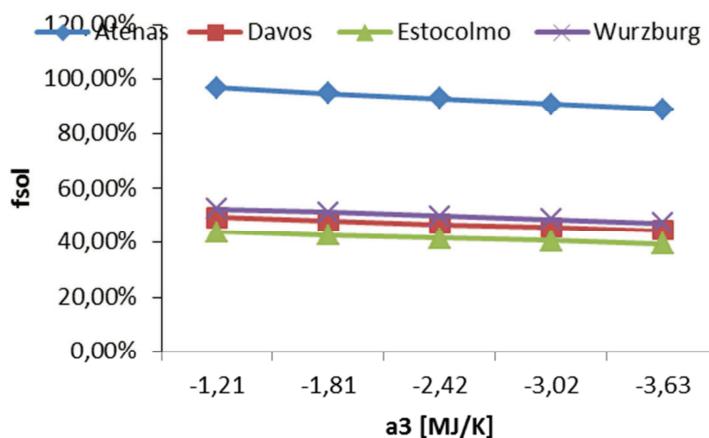
A continuación se representa la fracción solar frente a a_3 para cada volumen de demanda:



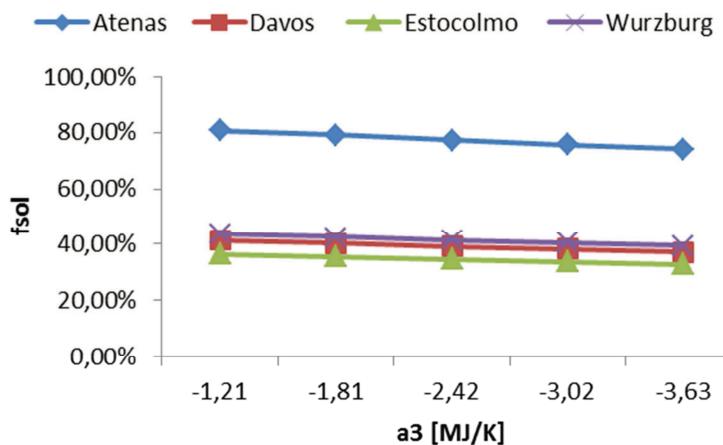
Gráfica 115. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 50 l.



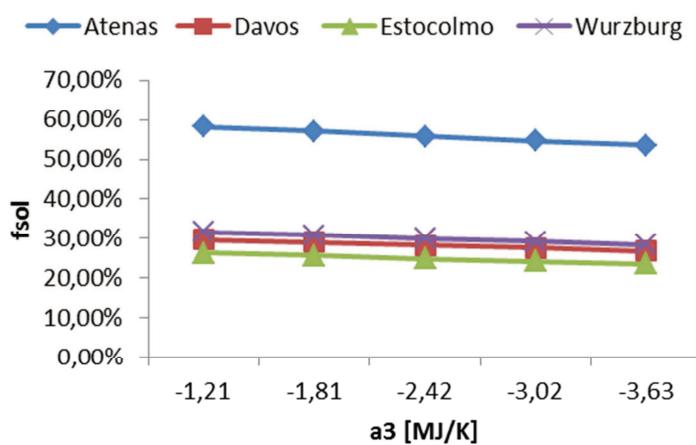
Gráfica 116. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



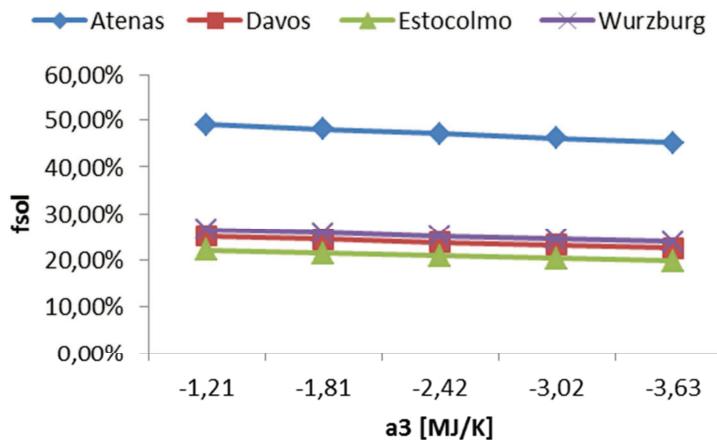
Gráfica 117. Relación de a₃ vs. fsol para un V_c de 190 l.



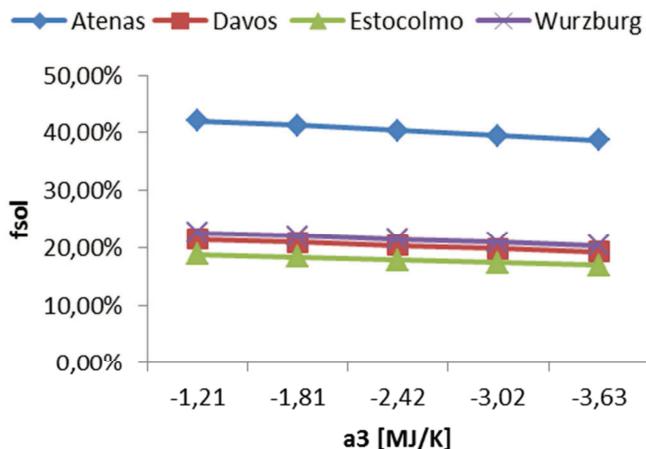
Gráfica 118. Relación de a₃ vs. fsol para un V_c de 300 l.



Gráfica 119. Relación de a₃ vs. fsol para un V_c de 400 l.



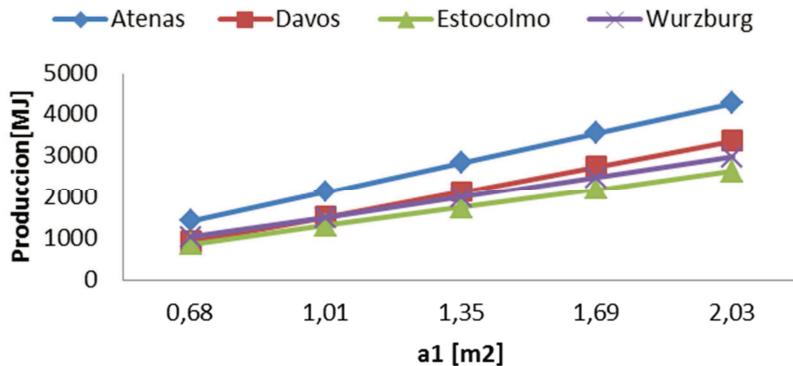
Gráfica 120. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 500 l.



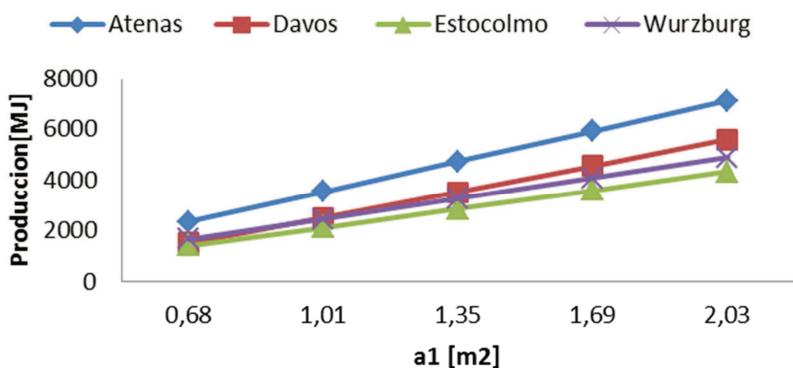
Gráfica 121. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 600 l.

Equipo medio:

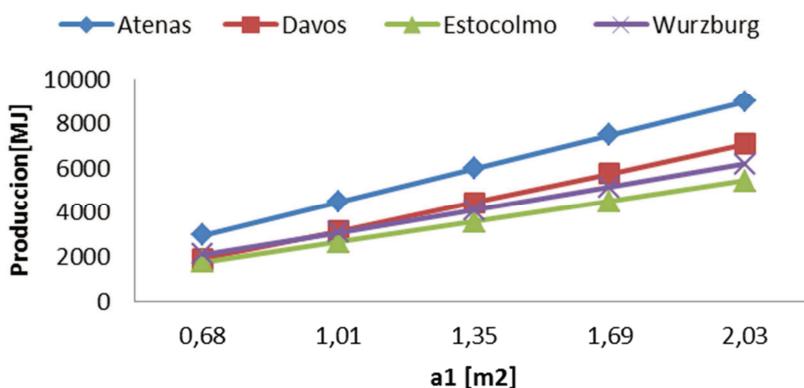
- a1 inicial: 1,35 m².
- Rango de variación de a1: Desde 0,68 hasta 2,03 m².



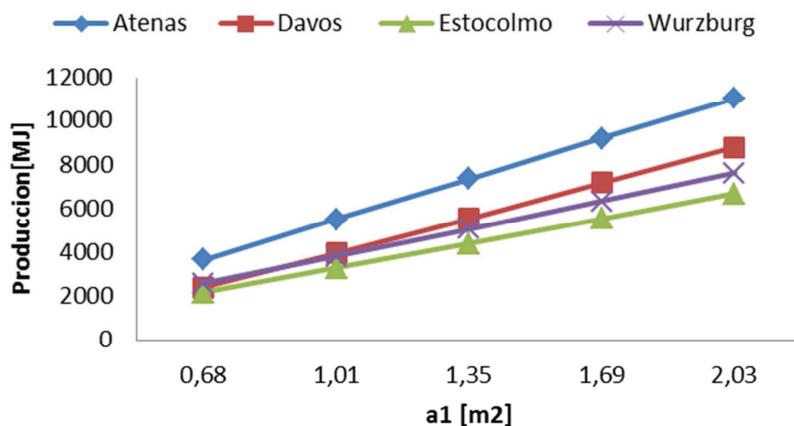
Gráfica 122. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 50 l.



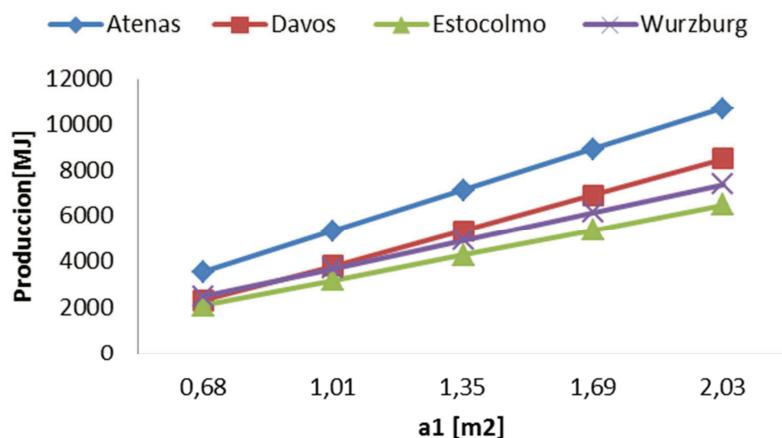
Gráfica 123. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 120 l.



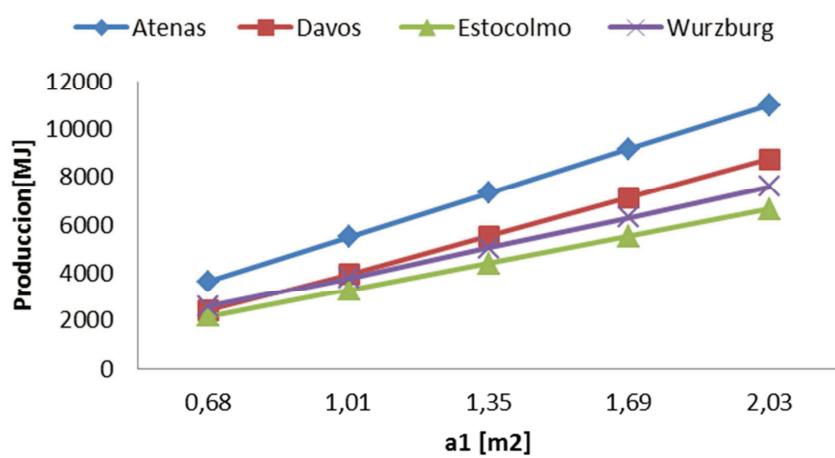
Gráfica 124. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 190 l.



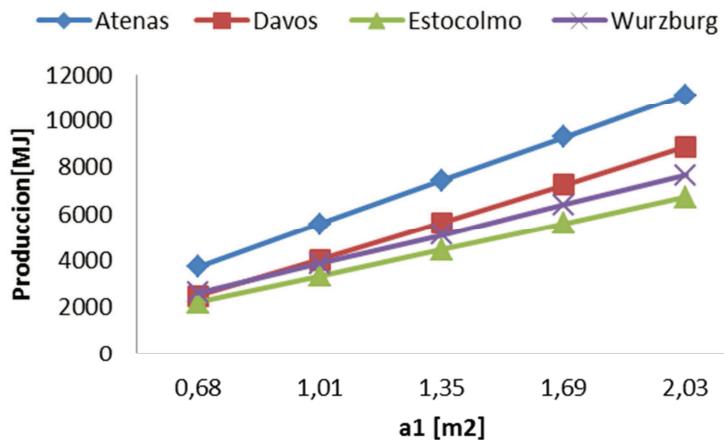
Gráfica 125.Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 126.Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 400 l.

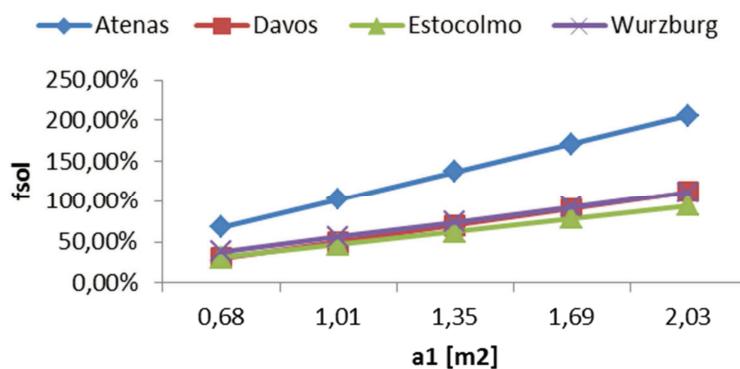


Gráfica 127.Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 500 l.

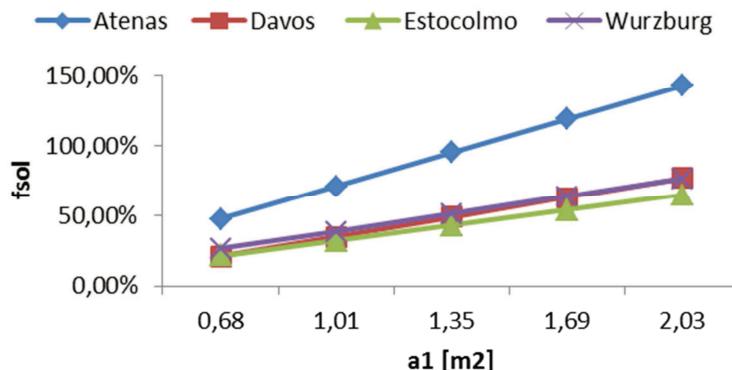


Gráfica 128. Relación de a1 vs. Producción para un Vc de 600 l.

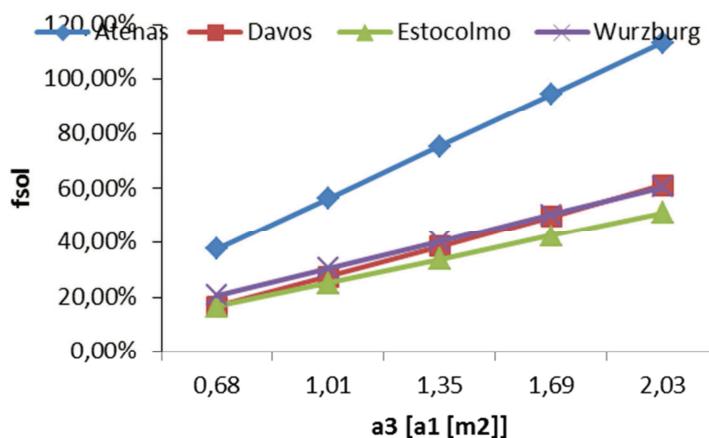
A continuación se representa la fracción solar frente a a1 para cada volumen de demanda:



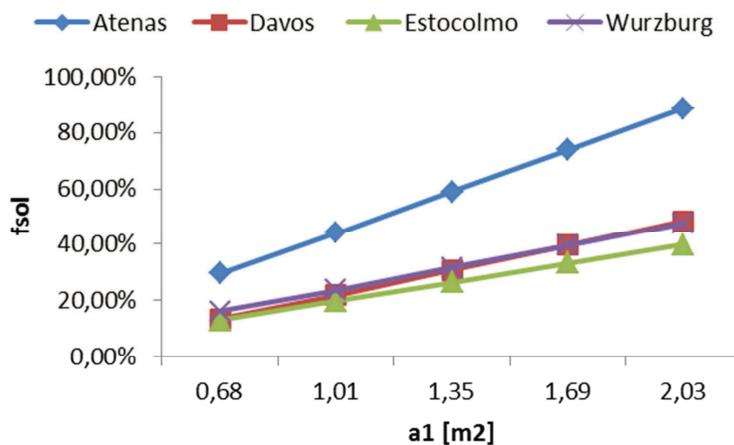
Gráfica 129. Relación de a1 vs. fsol para un Vc de 50 l.



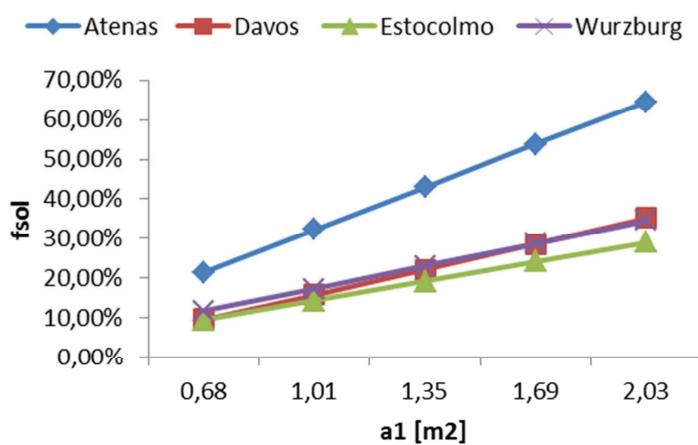
Gráfica 130. Relación de a1 vs. fsol para un Vc de 120 l.



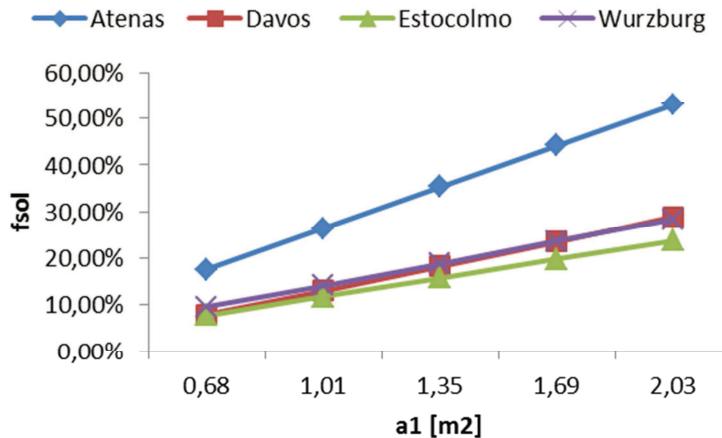
Gráfica 131. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



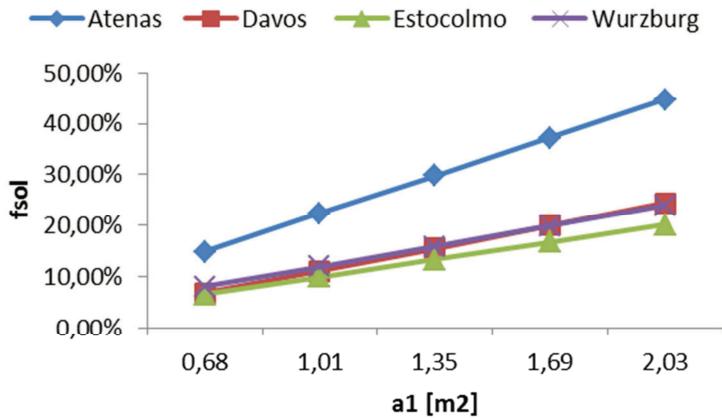
Gráfica 132. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 133. Relación de a_1 vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.

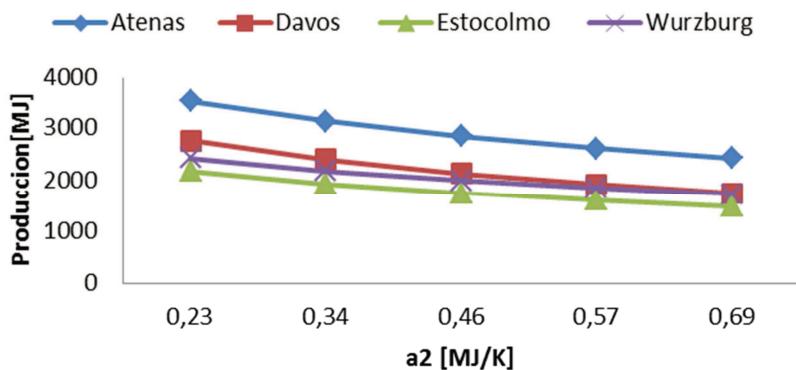


Gráfica 134. Relación de a1 vs. fsol para un Vc de 500 l.

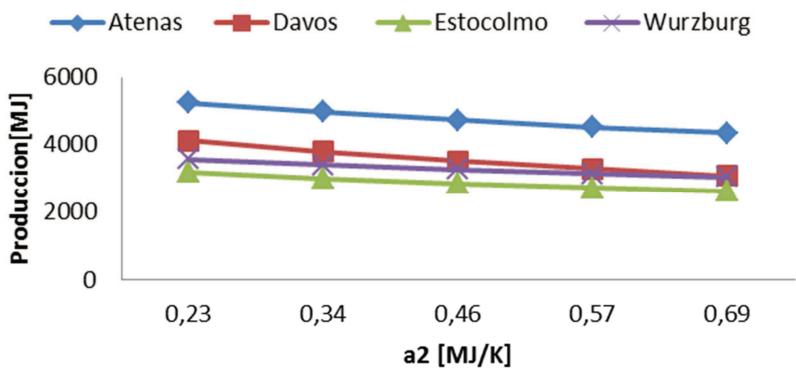


Gráfica 135. Relación de a1 vs. fsol para un Vc de 600 l.

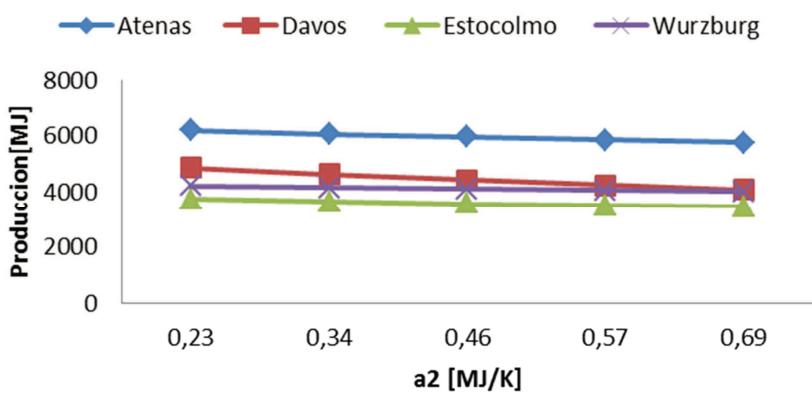
- a2 inicial: 0,46 MJ/K.
- Rango de variación de a2: Desde 0,23 hasta 0,69 MJ/K.



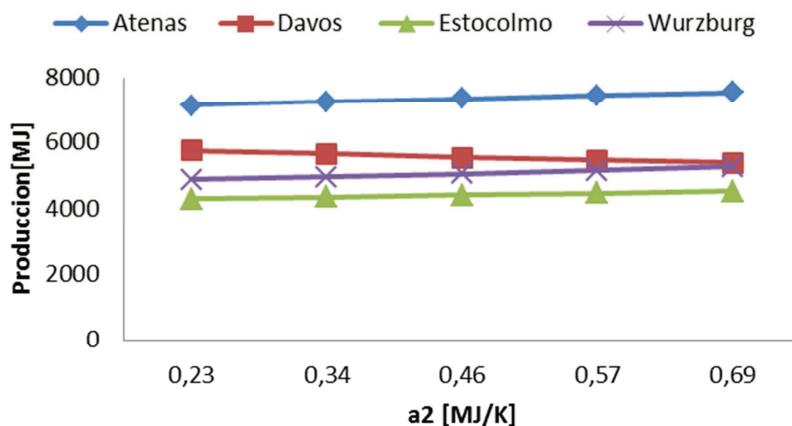
Gráfica 136.Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 50 l.



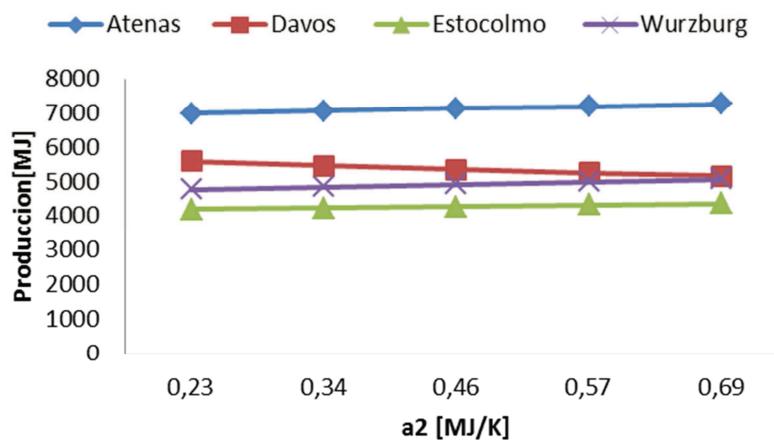
Gráfica 137.Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 120 l.



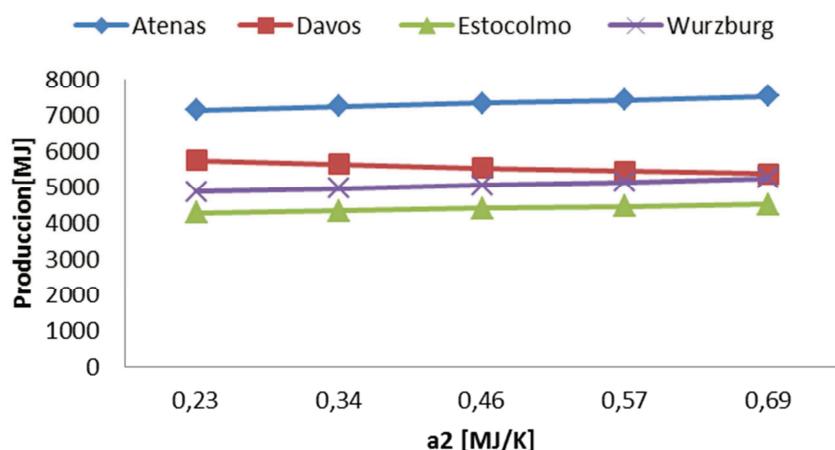
Gráfica 138.Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 190 l.



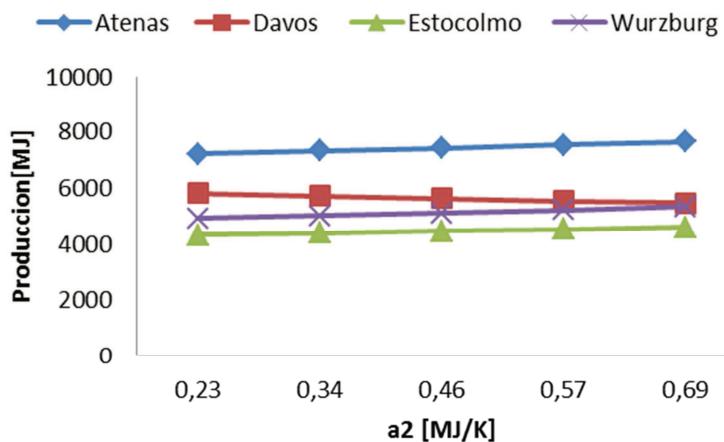
Gráfica 139.Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 300 l.



Gráfica 140.Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 400 l.

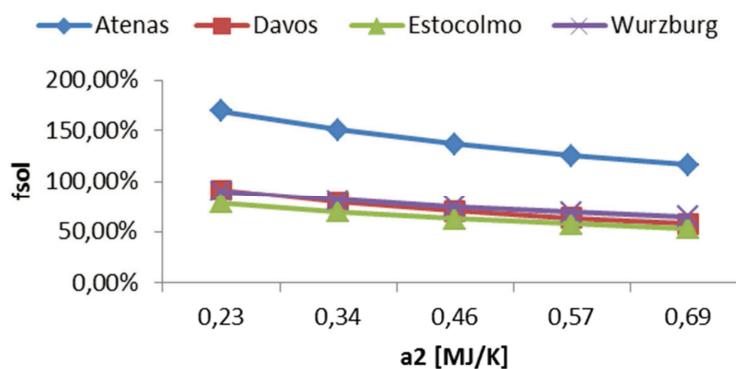


Gráfica 141.Relación de a_2 vs. Producción para un V_c de 500 l.

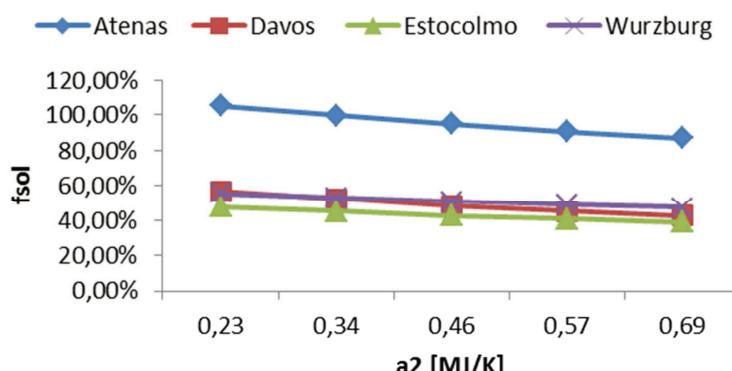


Gráfica 142. Relación de a2 vs. Producción para un Vc de 600 l.

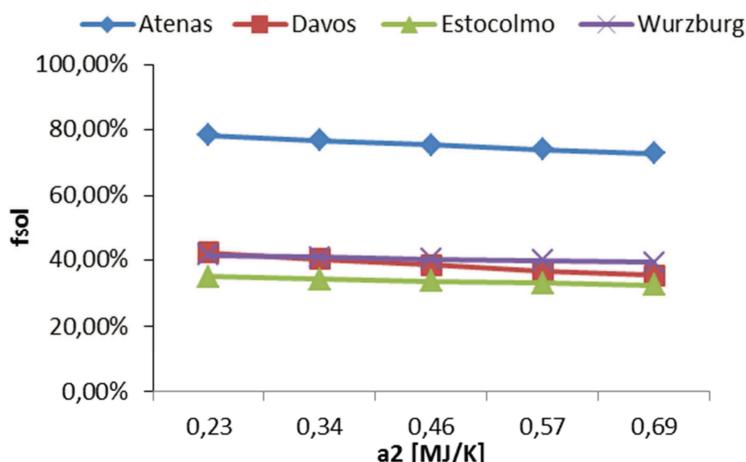
A continuación se representa la fracción solar frente a a2 para cada volumen de demanda:



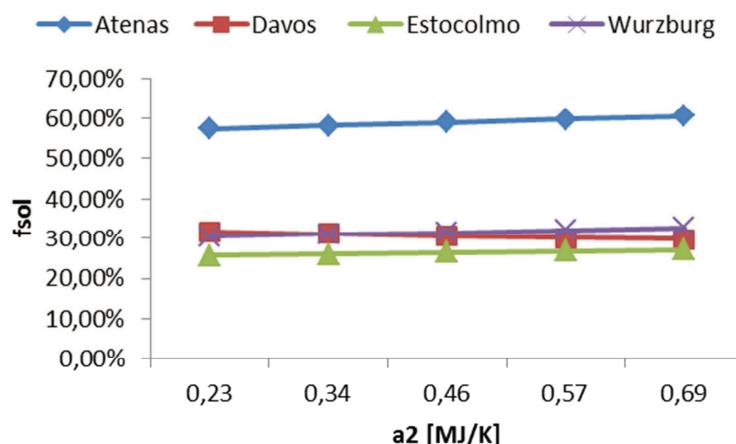
Gráfica 143. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 50 l.



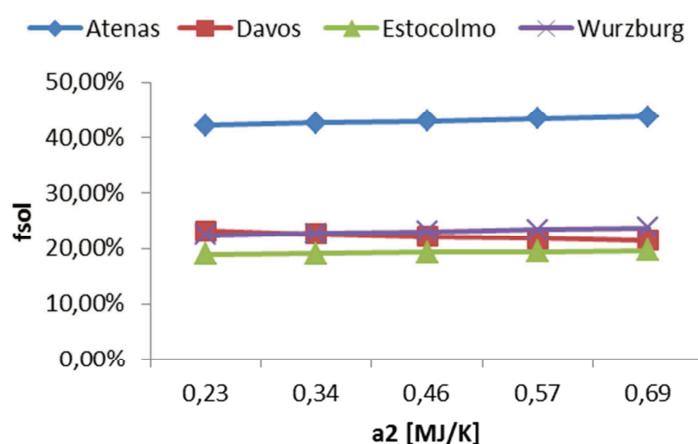
Gráfica 144. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 120 l.



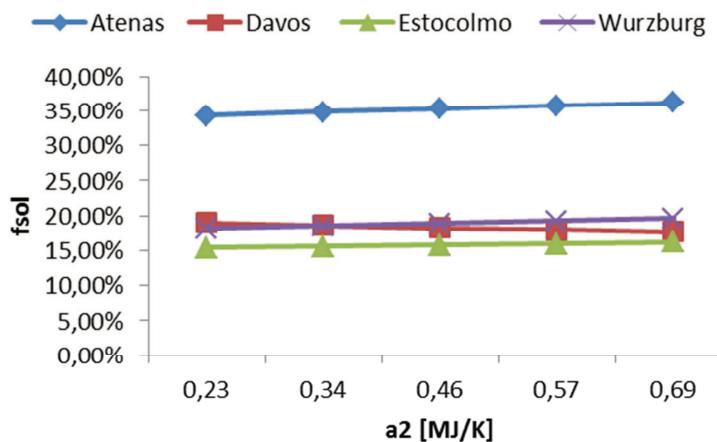
Gráfica 145. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 190 l.



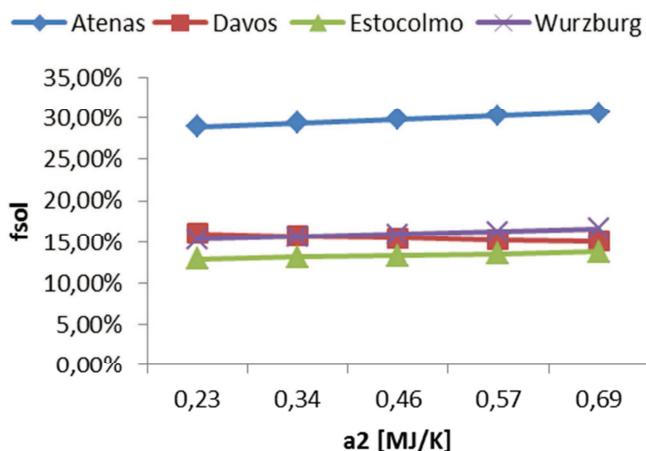
Gráfica 146. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 300 l.



Gráfica 147. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 400 l.

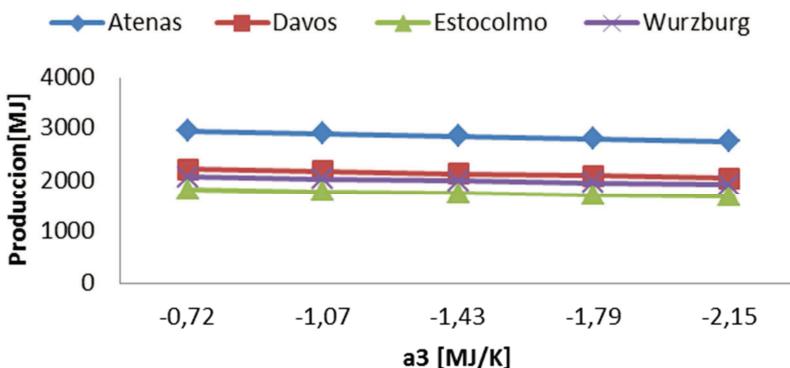


Gráfica 148. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 500 l.

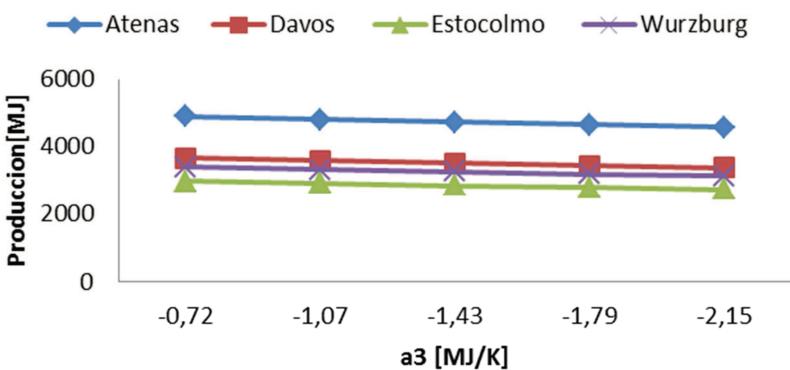


Gráfica 149. Relación de a2 vs. fsol para un Vc de 600 l.

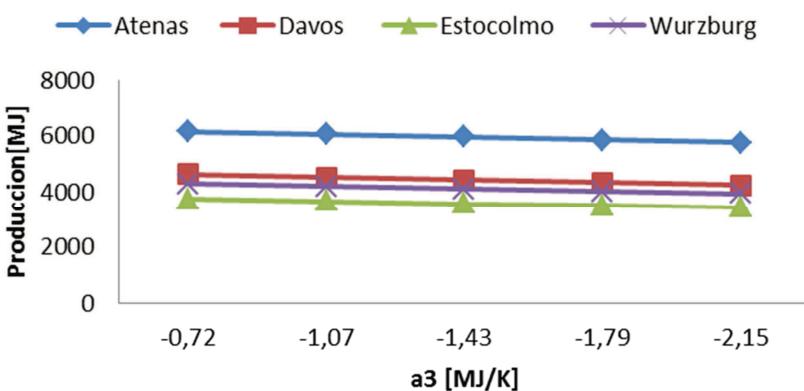
- a₃ inicial: -1,43 MJ/K.
- Rango de variación de a₃: Desde -0,72 hasta -2,15 MJ/K.



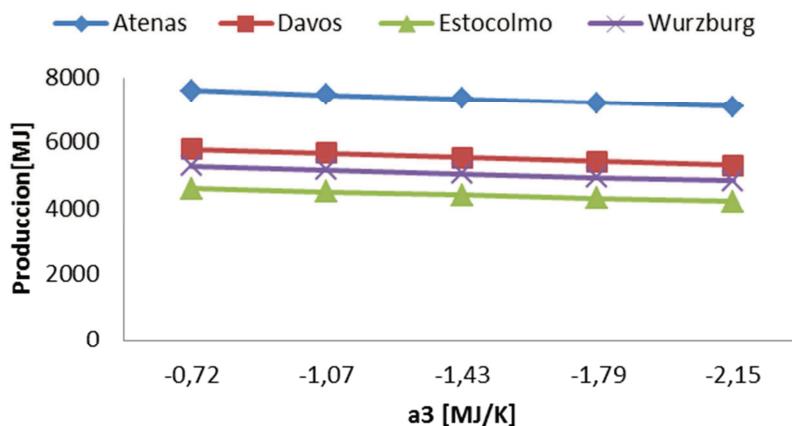
Gráfica 150. Relación de a₃ vs. Producción para un Vc de 50 l.



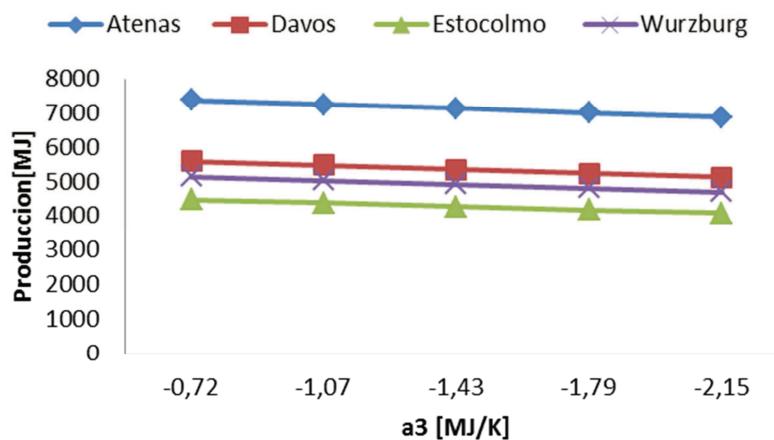
Gráfica 151. Relación de a₃ vs. Producción para un Vc de 120 l.



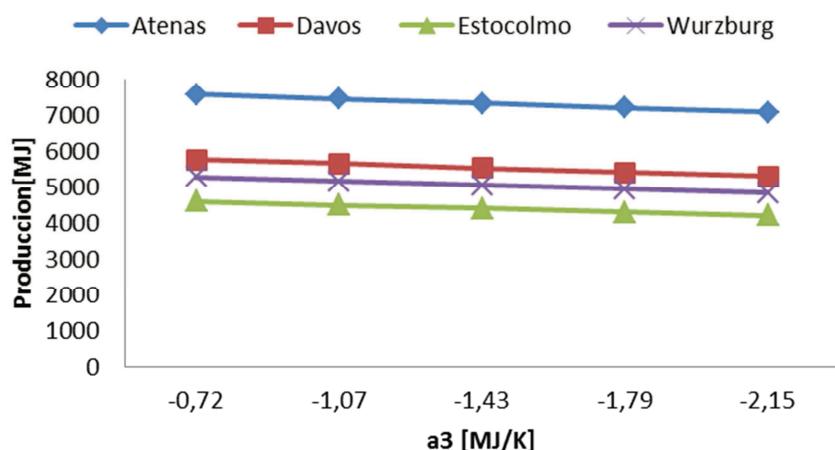
Gráfica 152. Relación de a₃ vs. Producción para un Vc de 190 l.



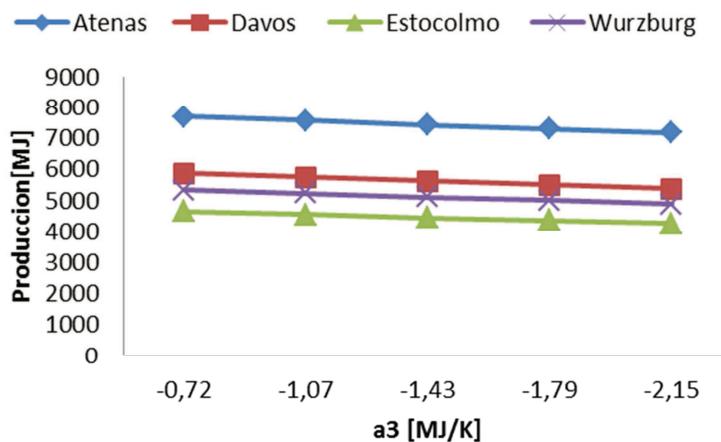
Gráfica 153. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 300 l.



Gráfica 154. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 400 l.

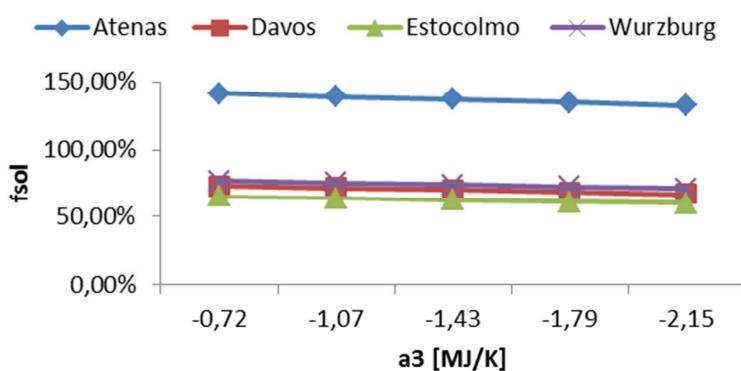


Gráfica 155. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 500 l.

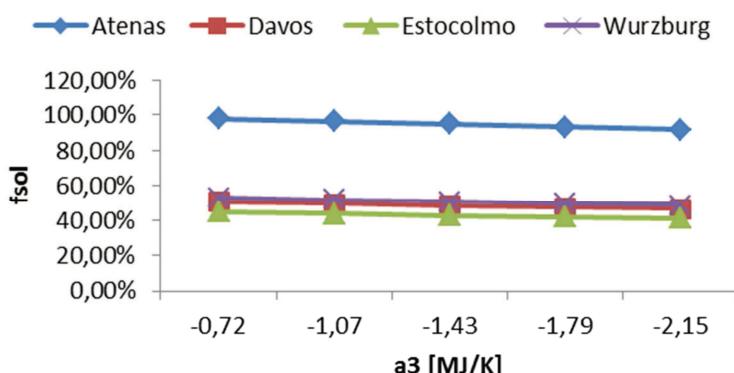


Gráfica 156. Relación de a_3 vs. Producción para un V_c de 600 l.

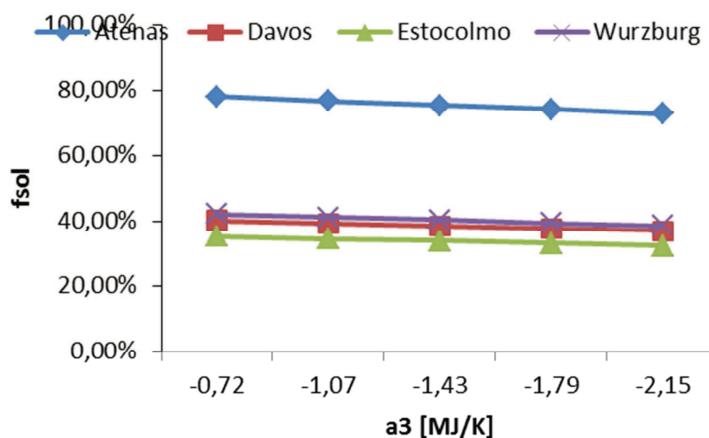
A continuación se representa la fracción solar frente a a_3 para cada volumen de demanda:



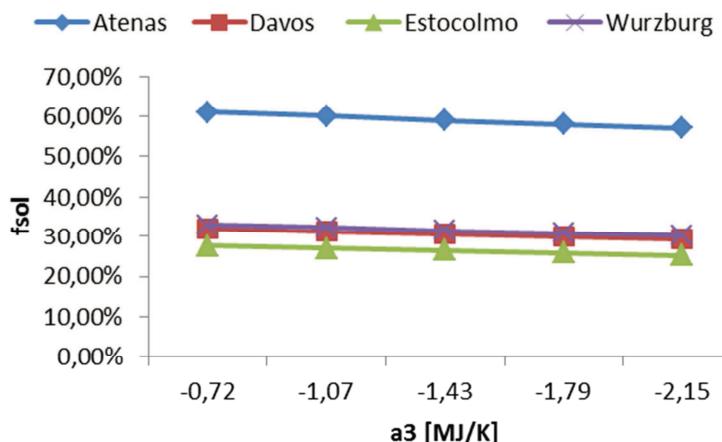
Gráfica 157. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 50 l.



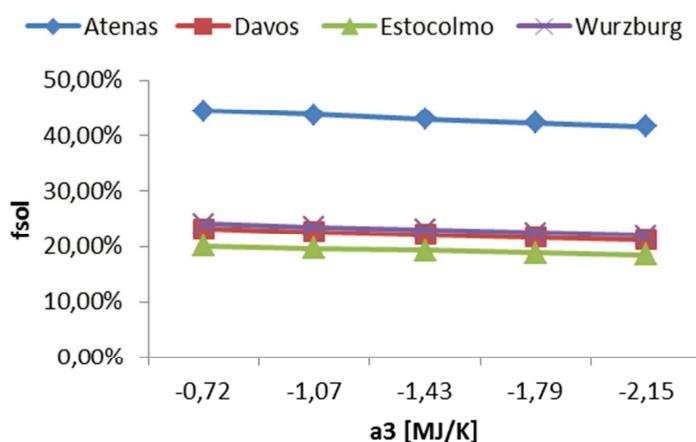
Gráfica 158. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



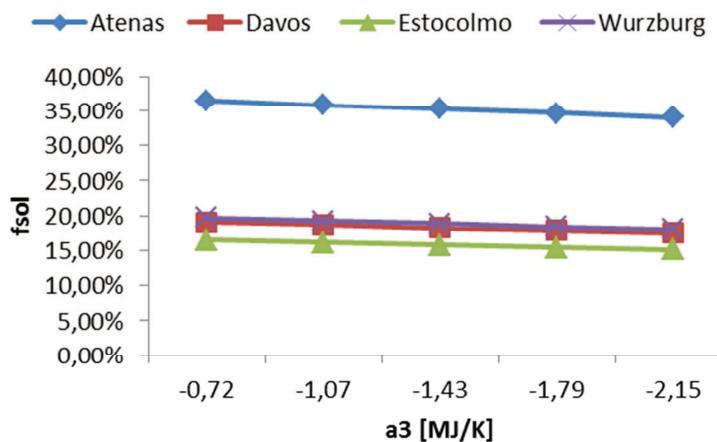
Gráfica 159. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



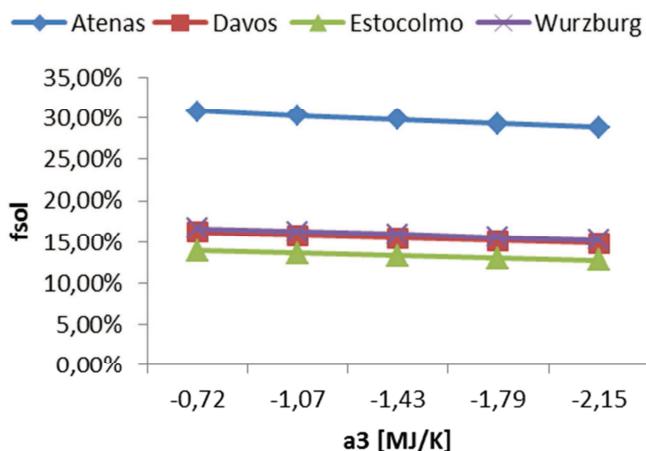
Gráfica 160. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 161. Relación de a_3 vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.



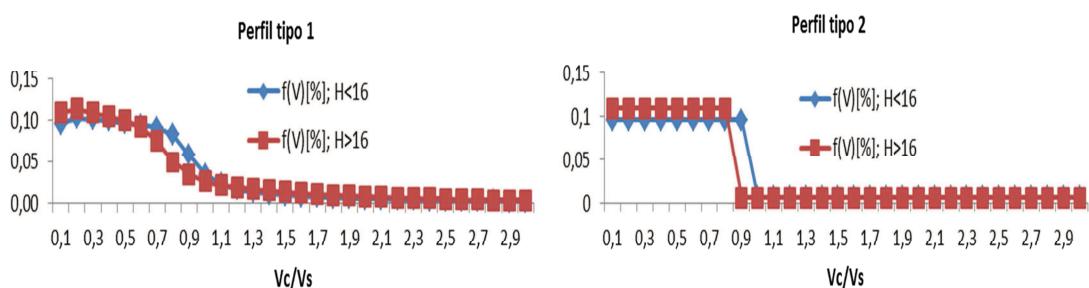
Gráfica 162. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 500 l.



Gráfica 163. Relación de a3 vs. fsol para un Vc de 600 l.

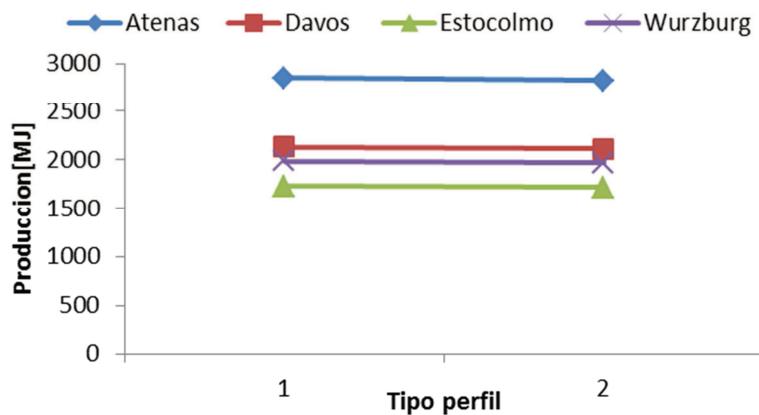
4.2.- Frente a variaciones de f (V)

En el caso de los perfiles de extracción, se ha realizado el análisis comparando el perfil actual que cada equipo tiene frente al perfil ideal de extracción, en el cual la pendiente descendente se transforma en un escalón de manera que se optimiza la energía extraída al extraer la mayor parte al principio, como en las gráficas ejemplo. De esta forma, por pequeño que sea V_c siempre extraes la máxima energía:

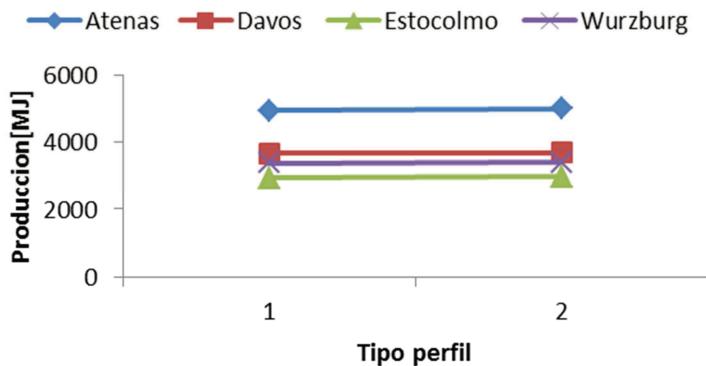


Gráfica 164. Gráficas ejemplo de la optimización de los perfiles $f(V)$.

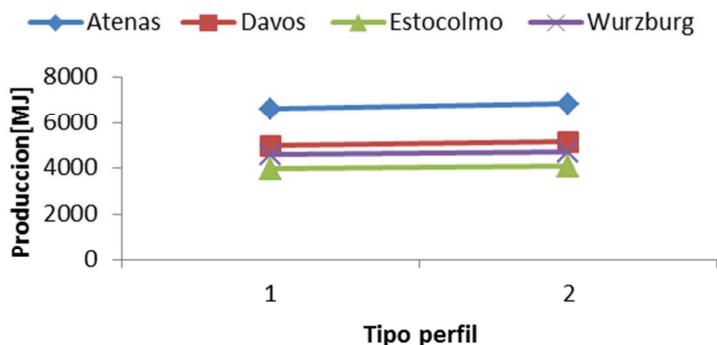
Equipo 4:



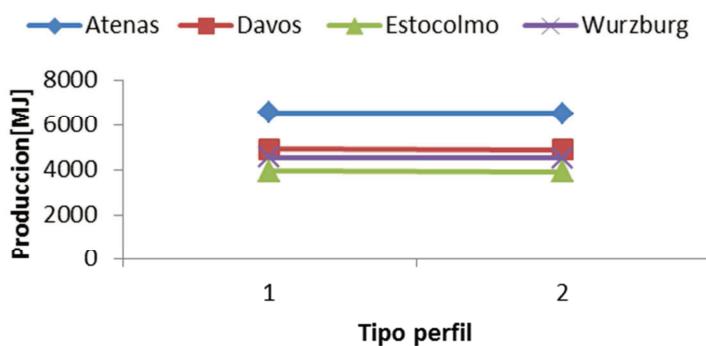
Gráfica 165. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un V_c de 50 l.



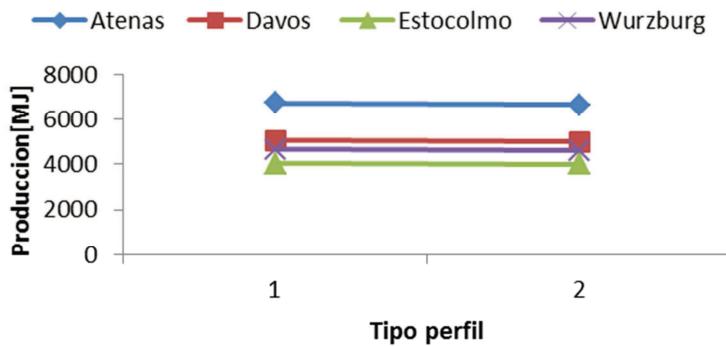
Gráfica 166. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 120 l.



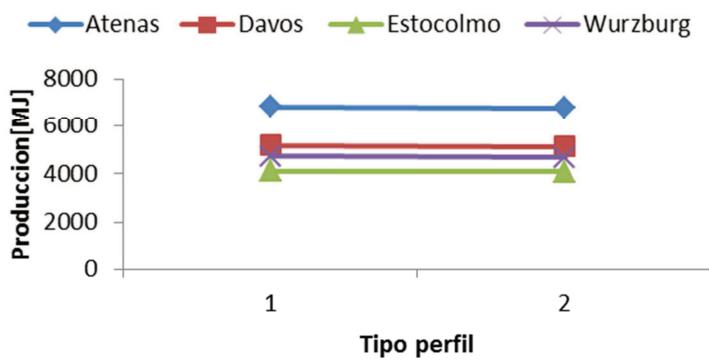
Gráfica 167. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 190 l.



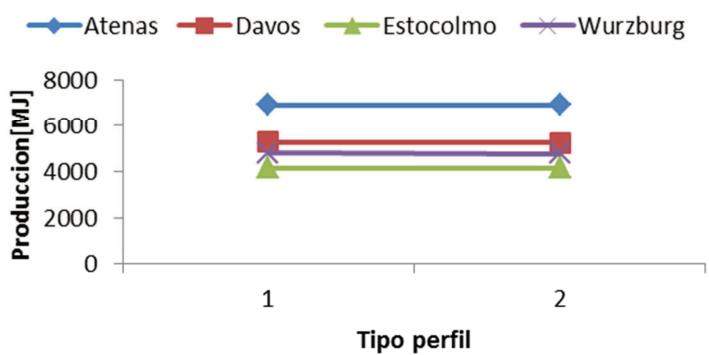
Gráfica 168. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 169. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 400 l.

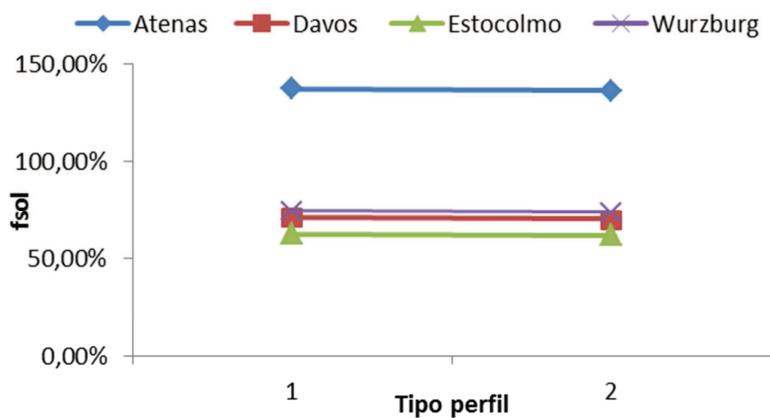


Gráfica 170. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 500 l.

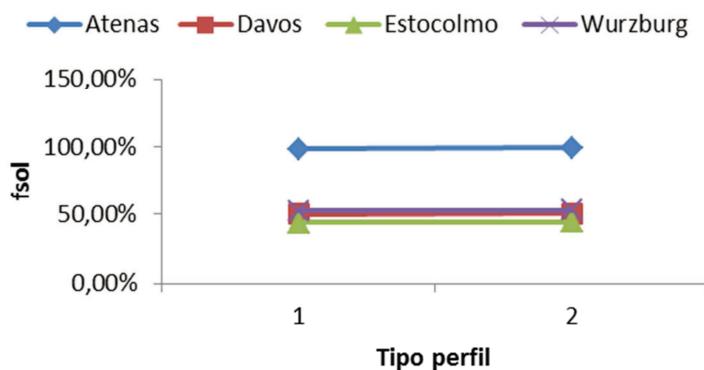


Gráfica 171. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 600 l.

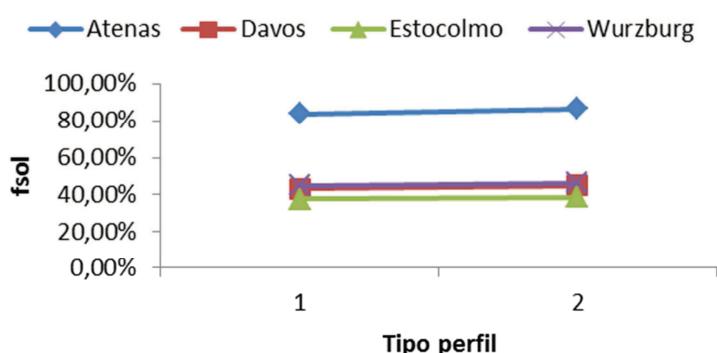
A continuación se representa la fracción solar frente al tipo de perfil para cada volumen de demanda:



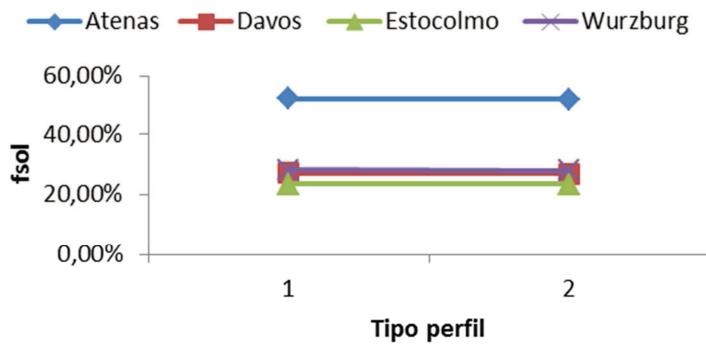
Gráfica 172. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 50 l.



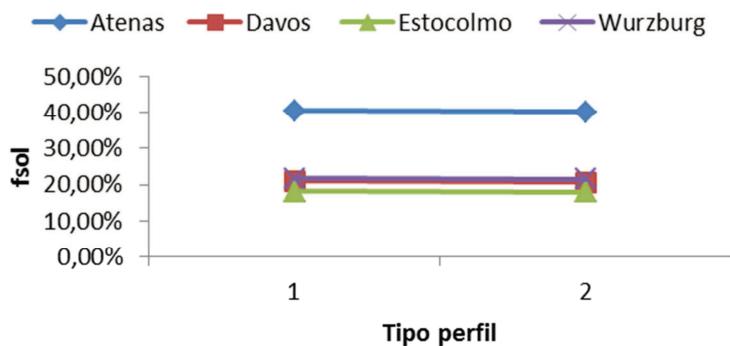
Gráfica 173. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



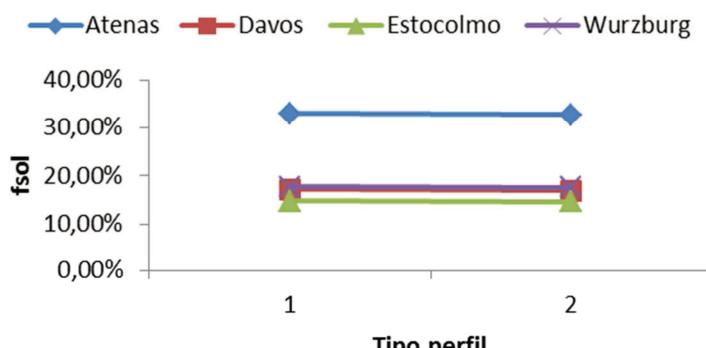
Gráfica 174. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



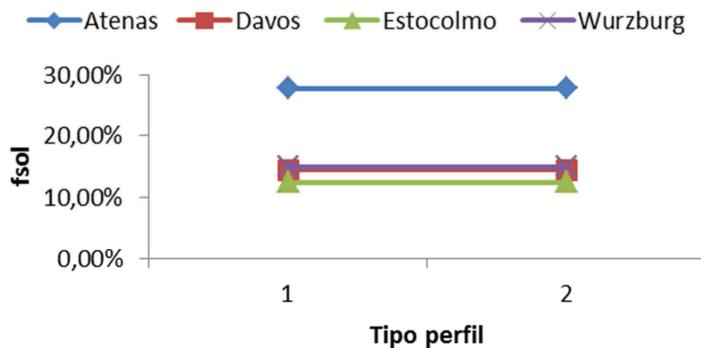
Gráfica 175. Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 300 l.



Gráfica 176. Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 400 l.

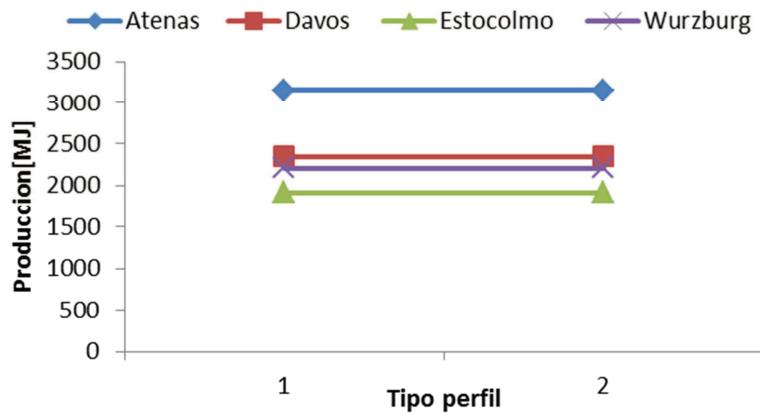


Gráfica 177. Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 500 l.

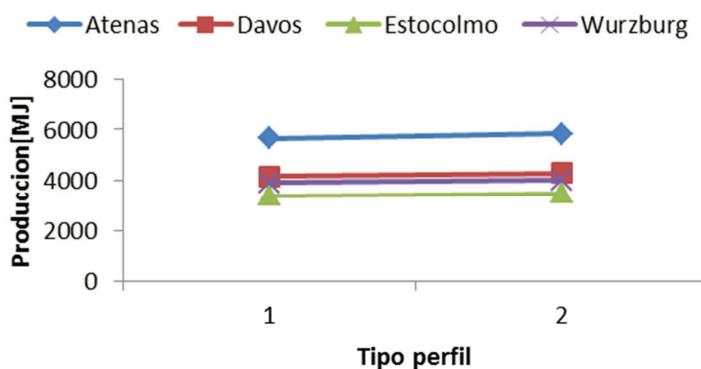


Gráfica 178. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

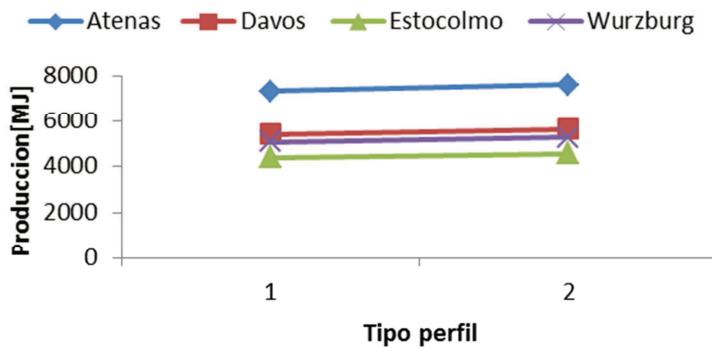
Equipo 11:



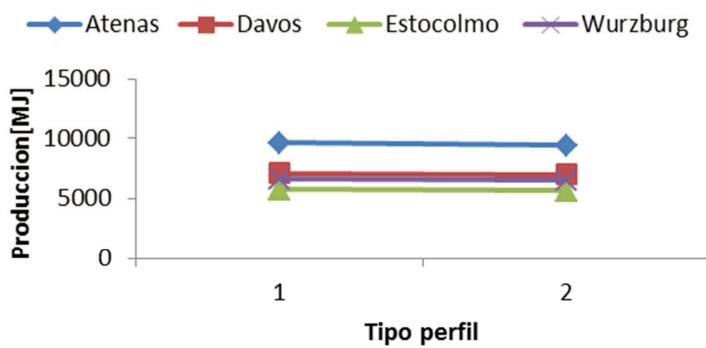
Gráfica 179. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un V_c de 50 l.



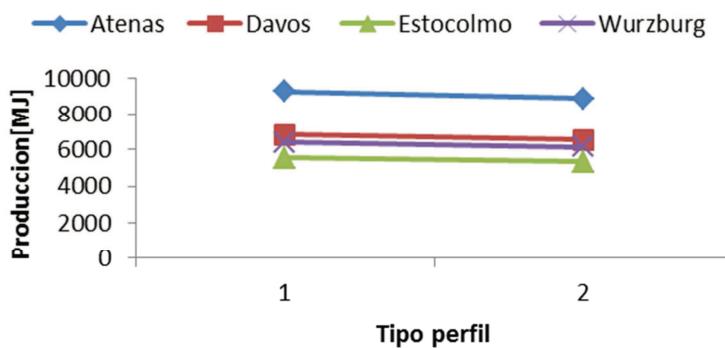
Gráfica 180. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un V_c de 120 l.



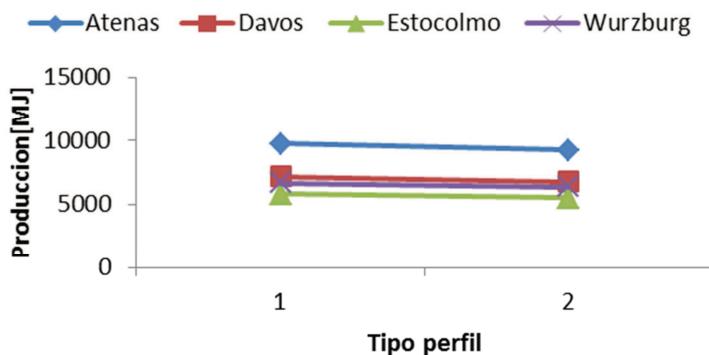
Gráfica 181. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 190 l.



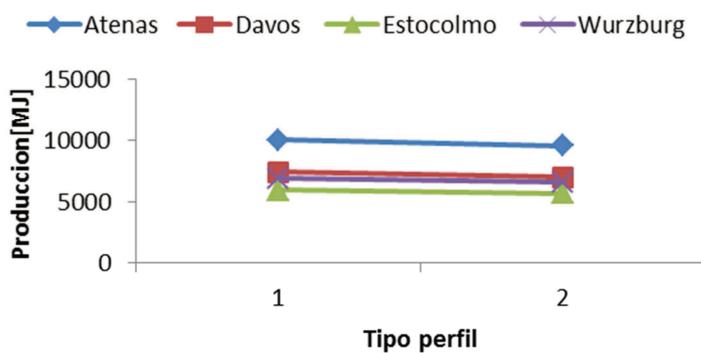
Gráfica 182. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 183. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 400 l.

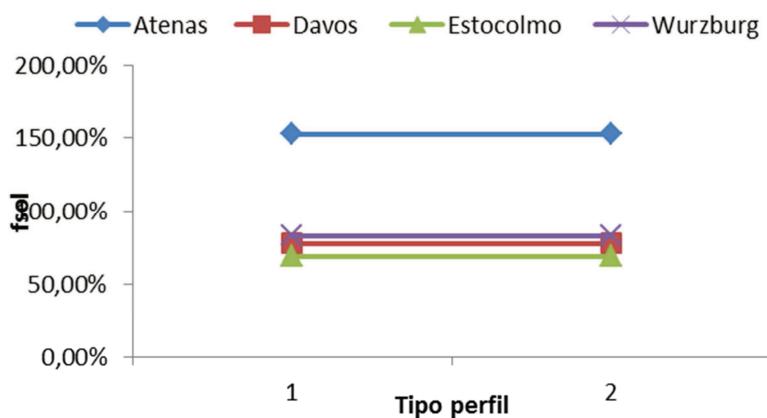


Gráfica 184. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 500 l.

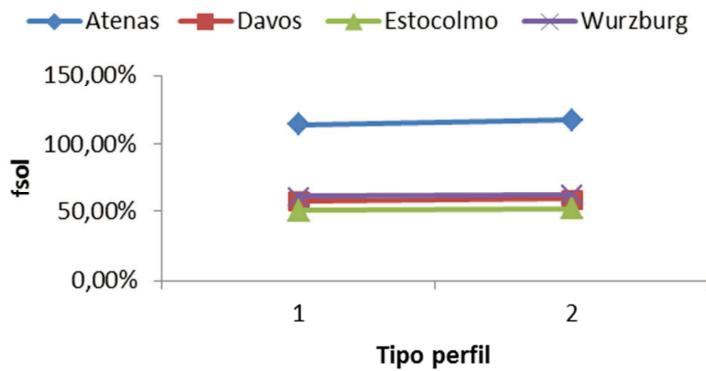


Gráfica 185. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 600 l.

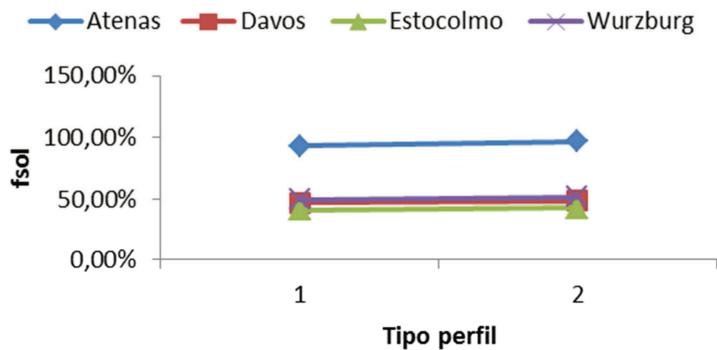
A continuación se representa la fracción solar frente al tipo de perfil para cada volumen de demanda:



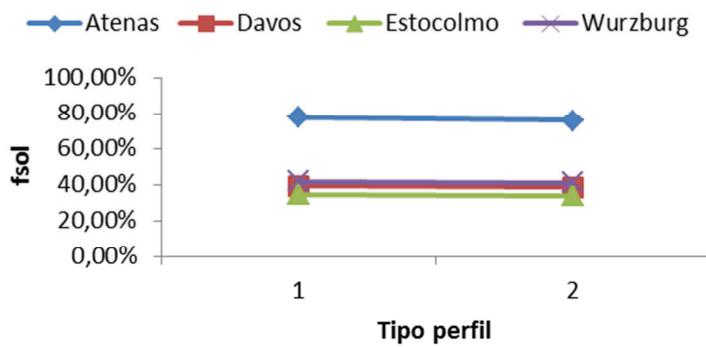
Gráfica 186 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 50 l.



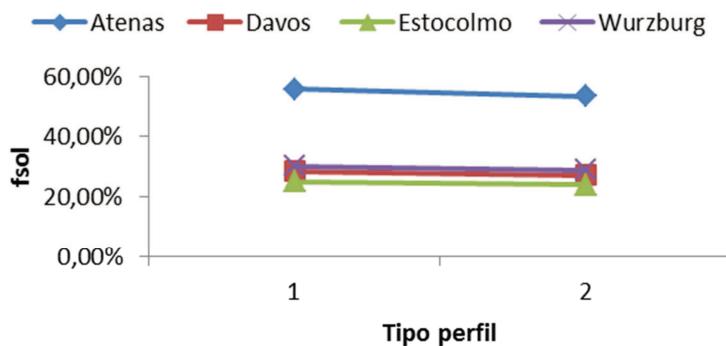
Gráfica 187 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 120 l.



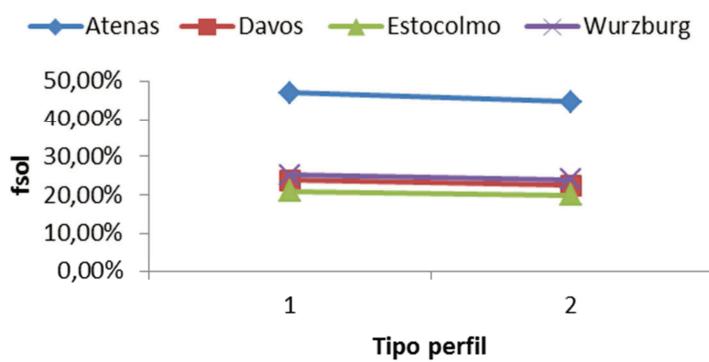
Gráfica 188 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 190 l.



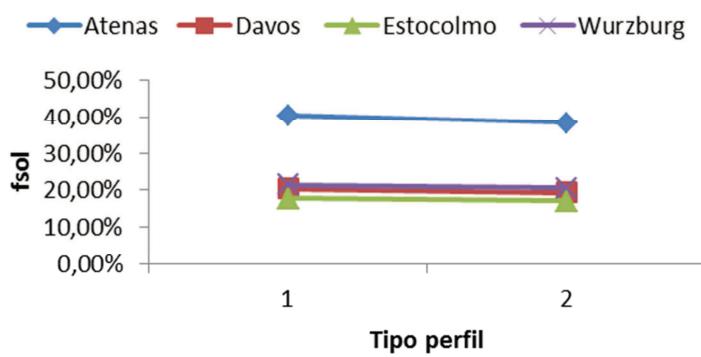
Gráfica 189 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 300 l.



Gráfica 190 . Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.

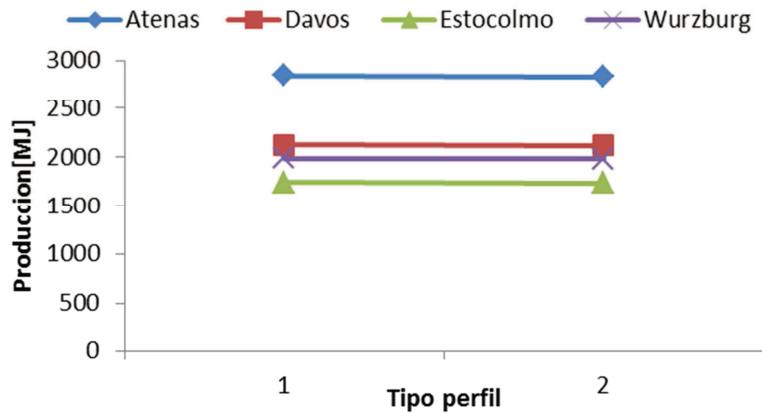


Gráfica 191 . Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.

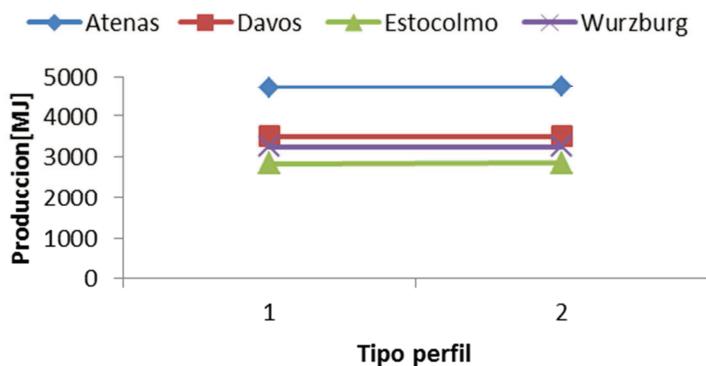


Gráfica 192 . Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

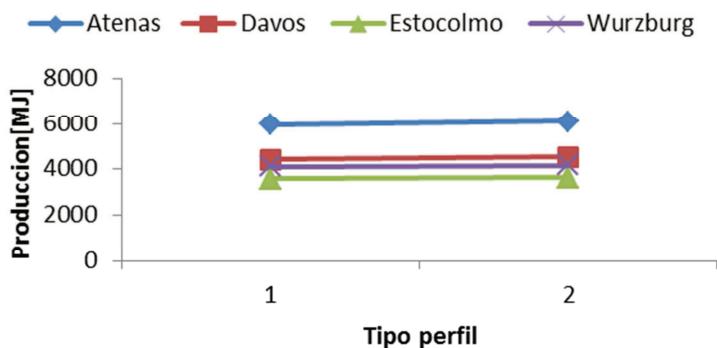
Equipo medio:



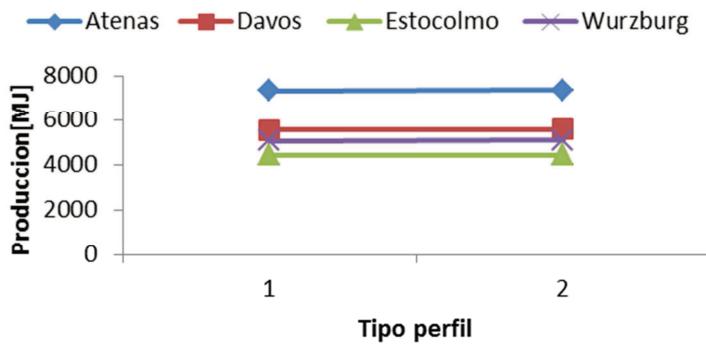
Gráfica 193 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 50 l.



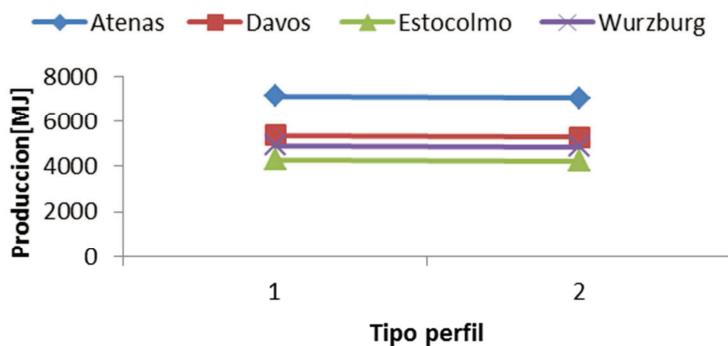
Gráfica 194 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 120 l.



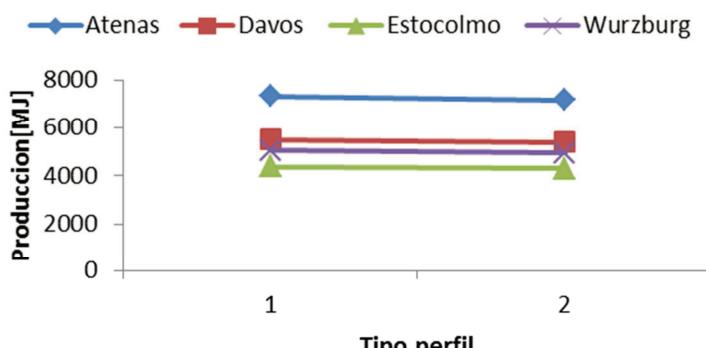
Gráfica 195 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 190 l.



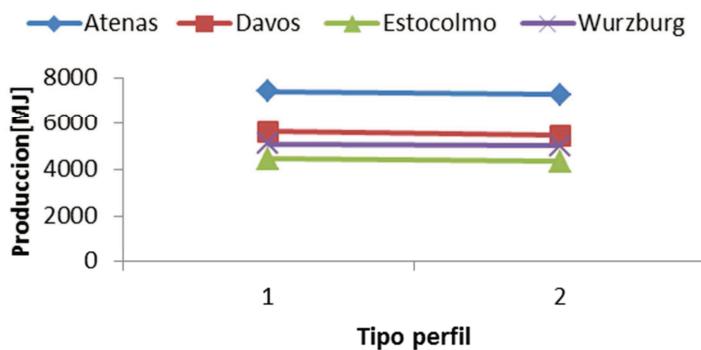
Gráfica 196 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 197 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 400 l.

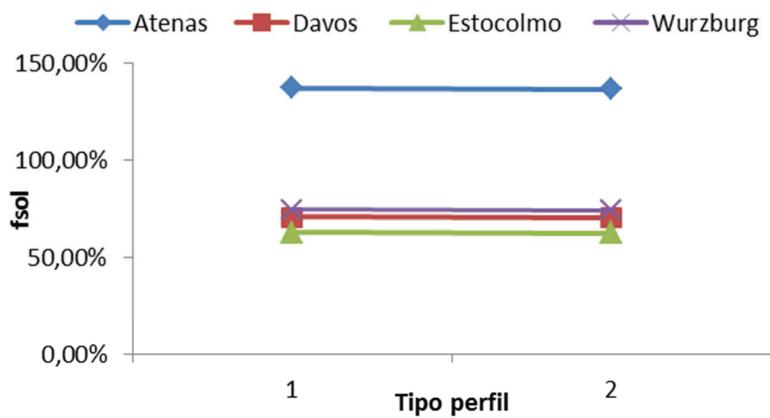


Gráfica 198 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 500 l.

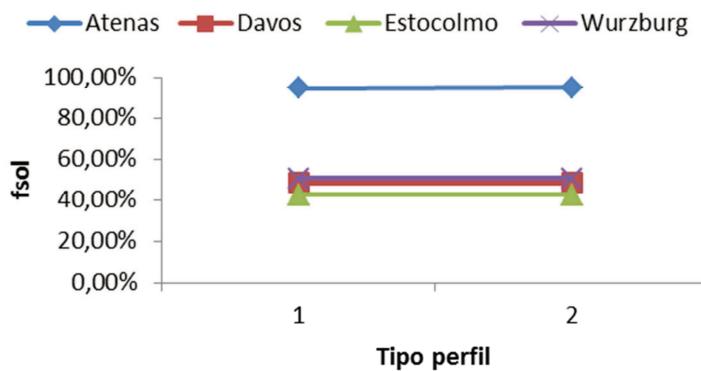


Gráfica 199 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 600 l.

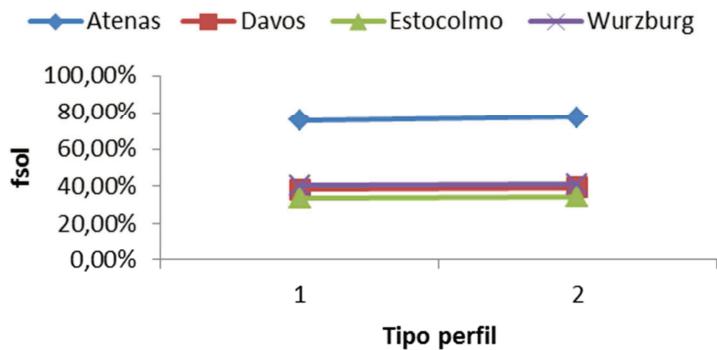
A continuación se representa la fracción solar frente al tipo de perfil para cada volumen de demanda:



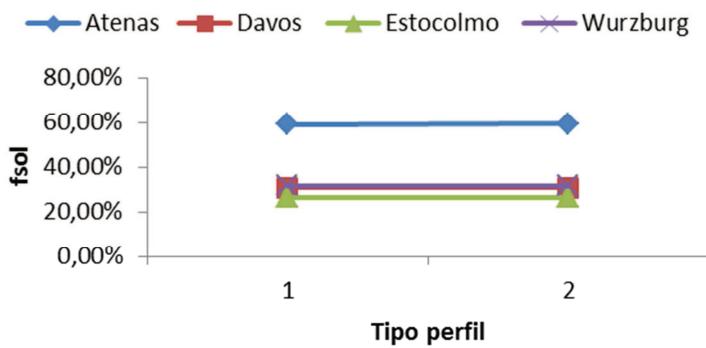
Gráfica 200 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 50 l.



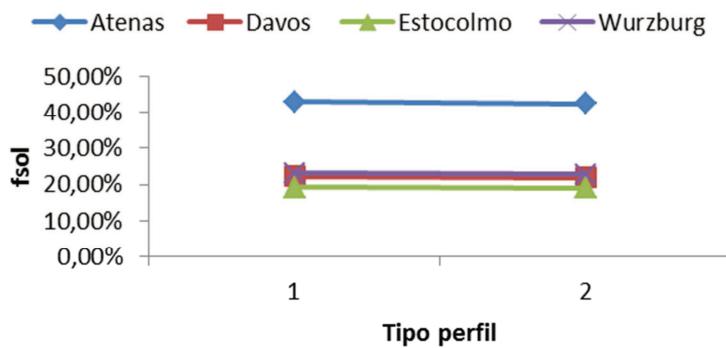
Gráfica 201 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 120 l.



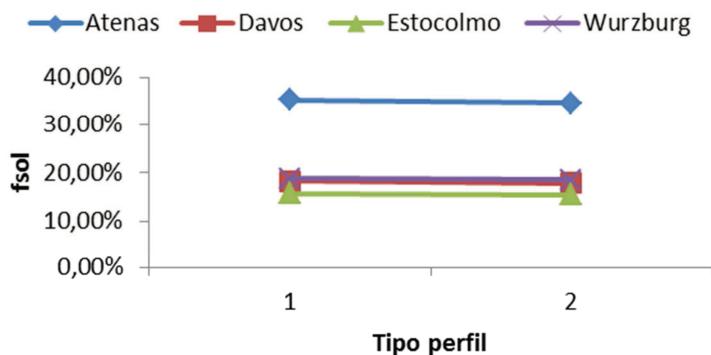
Gráfica 202 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 190 l.



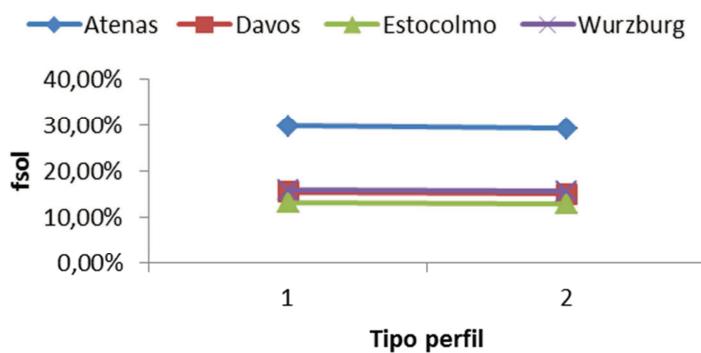
Gráfica 203 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 300 l.



Gráfica 204 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 400 l.



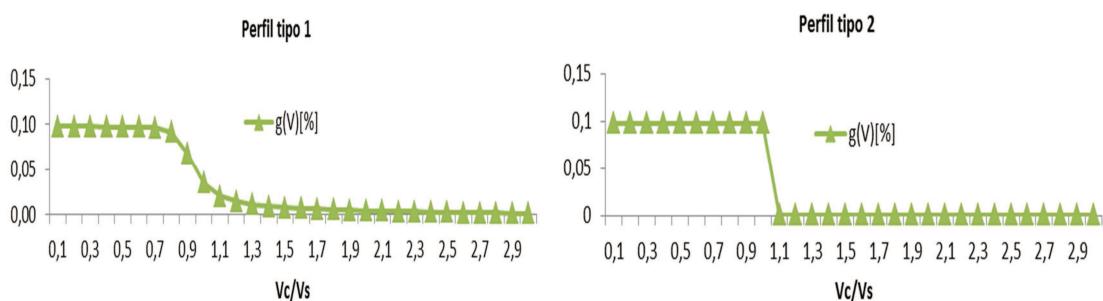
Gráfica 205 . Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.



Gráfica 206 . Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

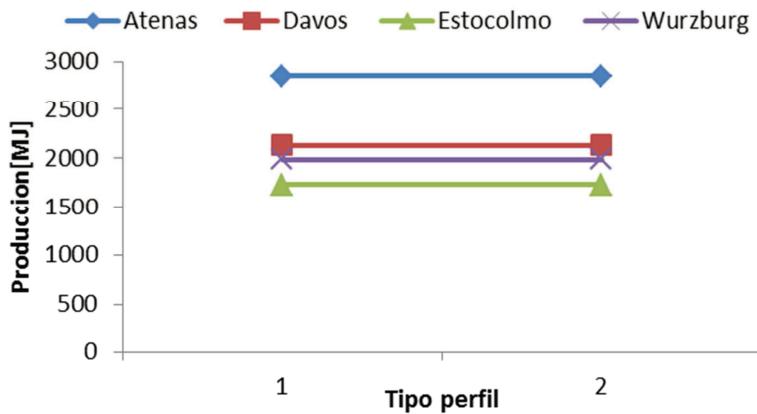
4.3.- Frente a variaciones de g (V)

En el caso de los perfiles de extracción, se ha realizado el análisis comparando el perfil actual que cada equipo tiene frente al perfil ideal de extracción, en el cual la pendiente descendente se transforma en un escalón de manera que se optimiza la energía extraída al extraer la mayor parte al principio, como en las gráficas ejemplo. De esta forma, por pequeño que sea V_c siempre extraes la máxima energía:

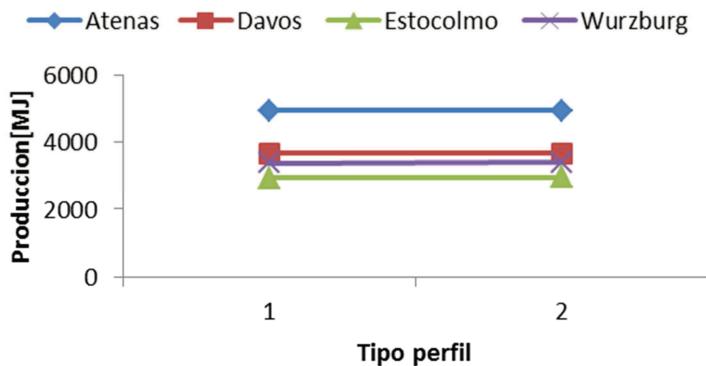


Gráfica 207. Gráficas ejemplo de la optimización del perfil $g(V)$

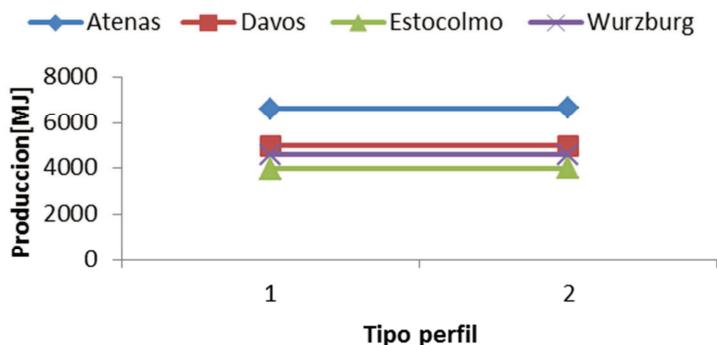
Equipo 4:



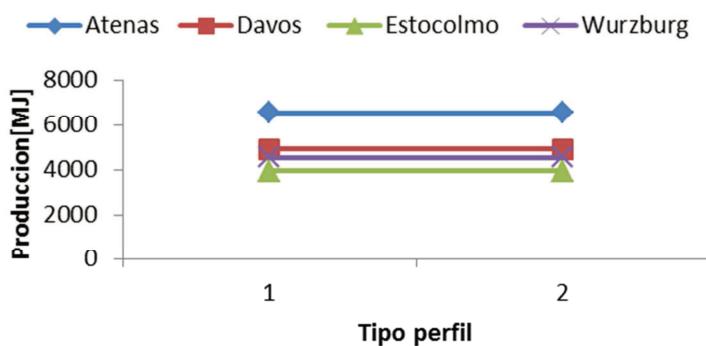
Gráfica 208. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un V_c de 50 l.



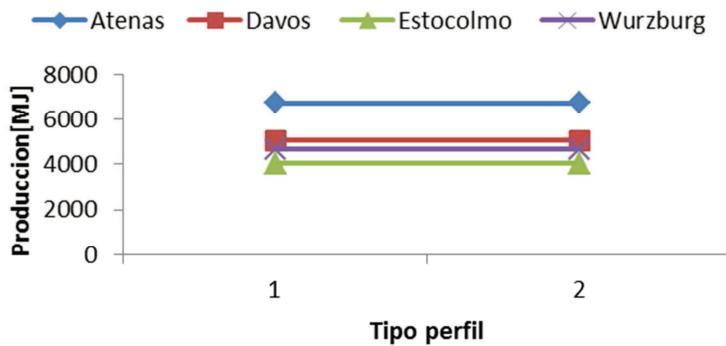
Gráfica 209. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 120 l.



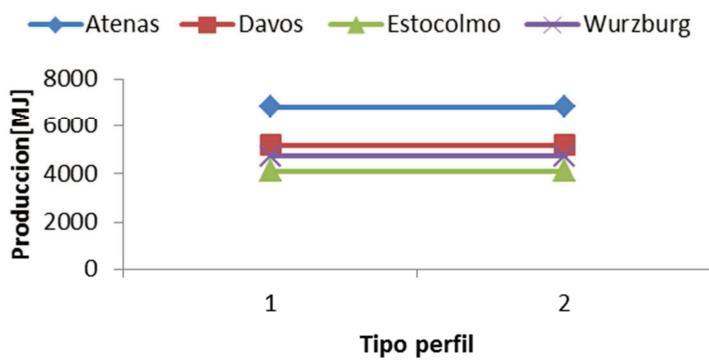
Gráfica 210. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 190 l.



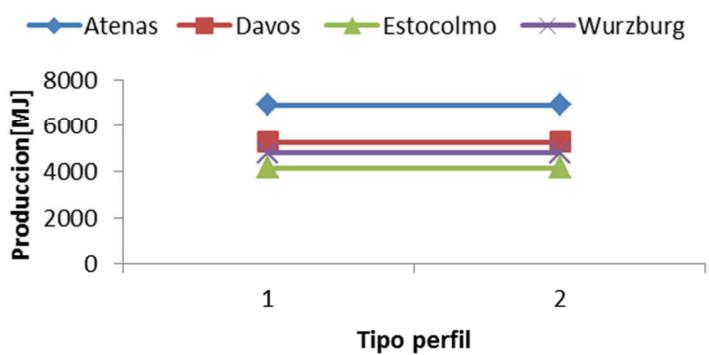
Gráfica 211. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 212. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 400 l.

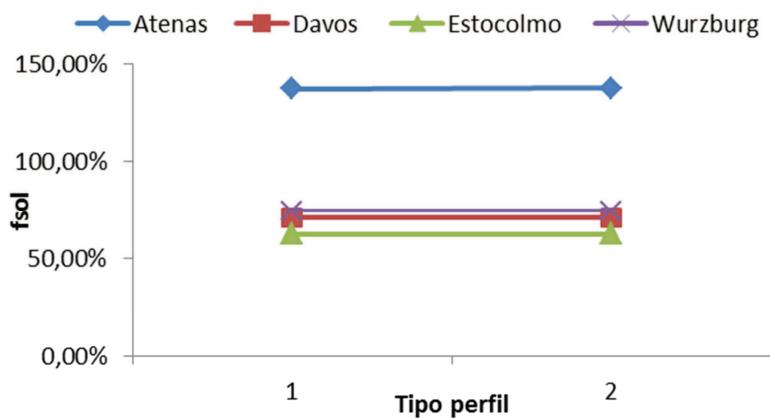


Gráfica 213. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 500 l.

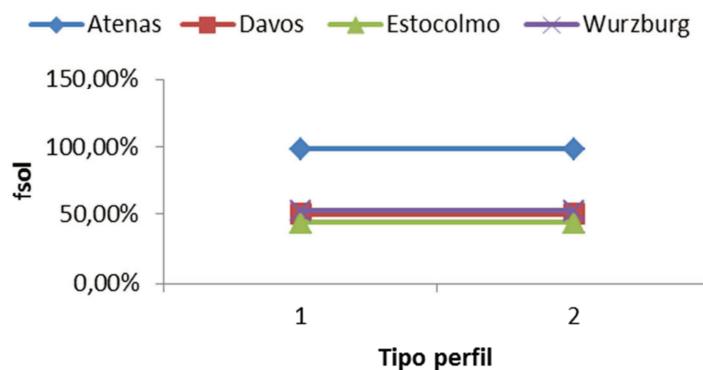


Gráfica 214. Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 600 l.

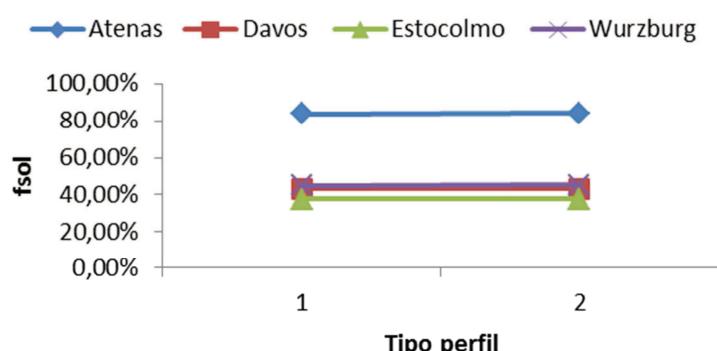
A continuación se representa la fracción solar frente al tipo de perfil para cada volumen de demanda:



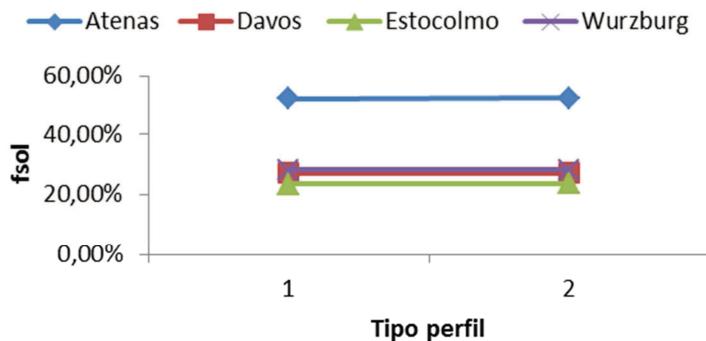
Gráfica 215. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 50 l.



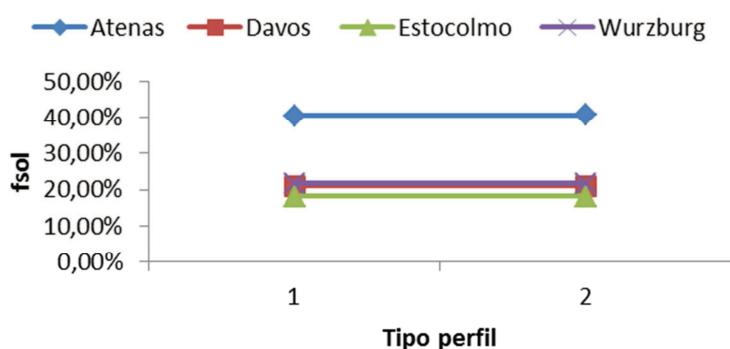
Gráfica 216. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



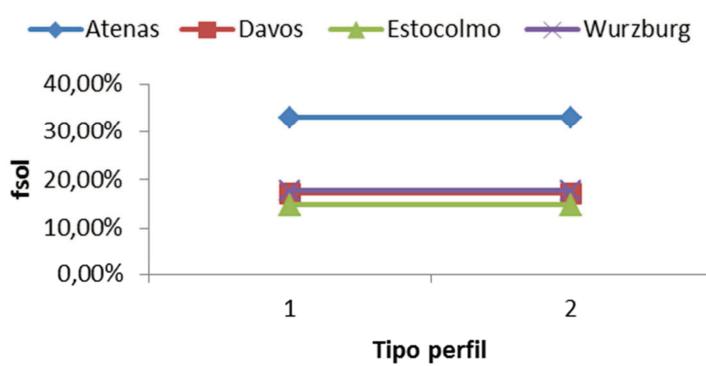
Gráfica 217. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



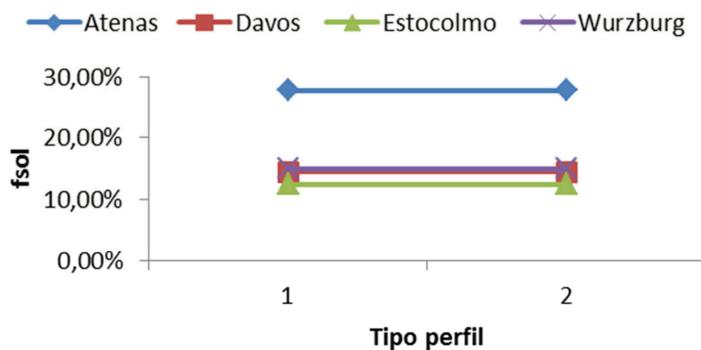
Gráfica 218. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 219. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.

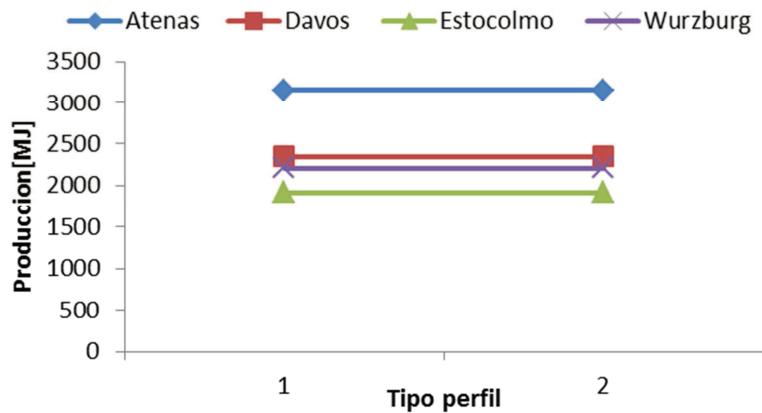


Gráfica 220. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.

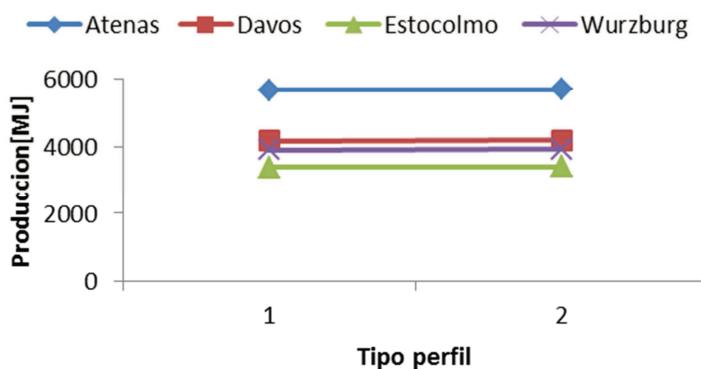


Gráfica 221. Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

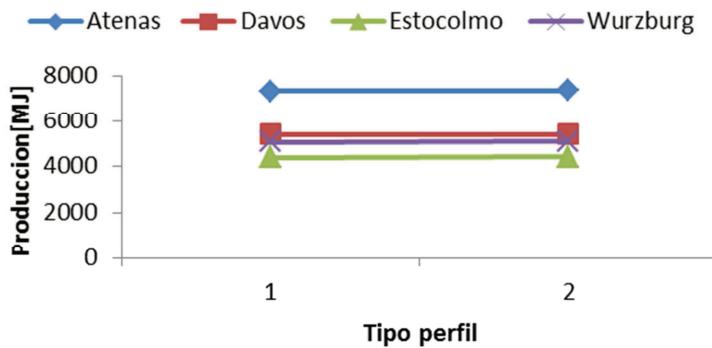
Equipo 11:



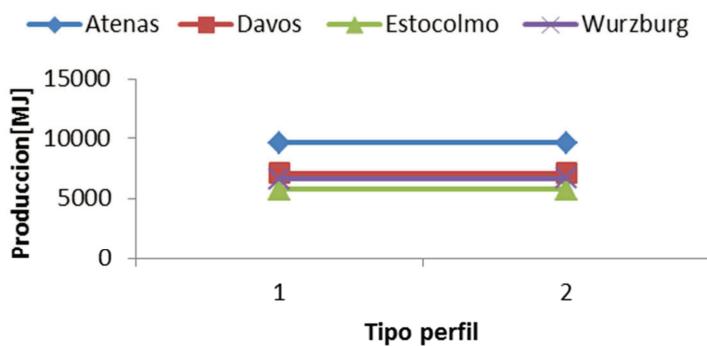
Gráfica 222 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un V_c de 50 l.



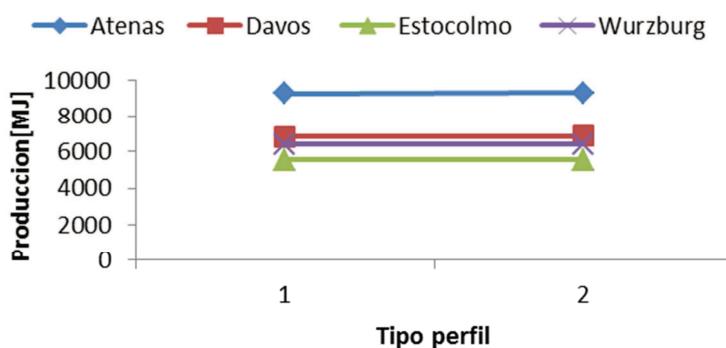
Gráfica 223 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un V_c de 120 l.



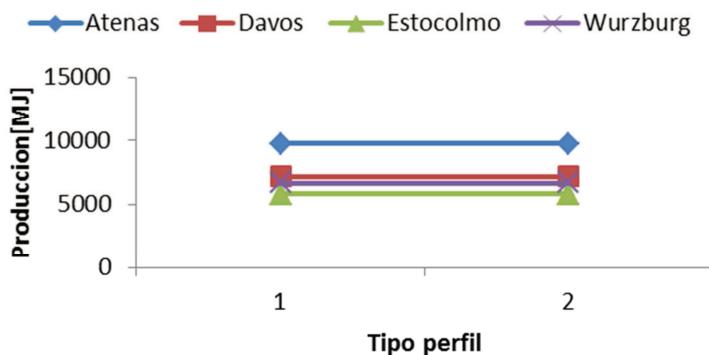
Gráfica 224 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 190 l.



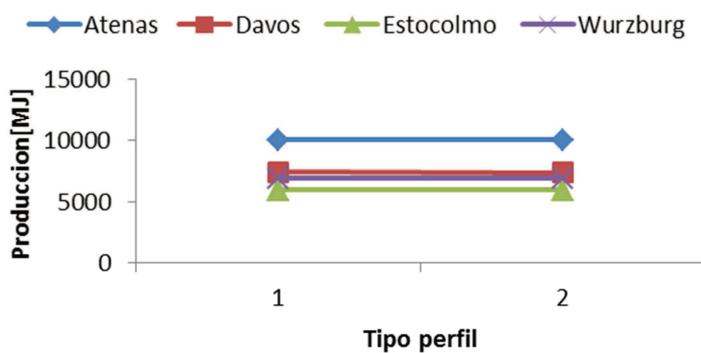
Gráfica 225 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 226 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 400 l.

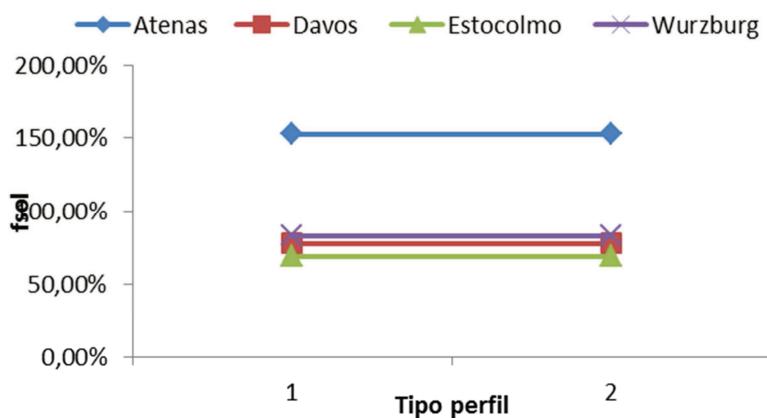


Gráfica 227 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 500 l.

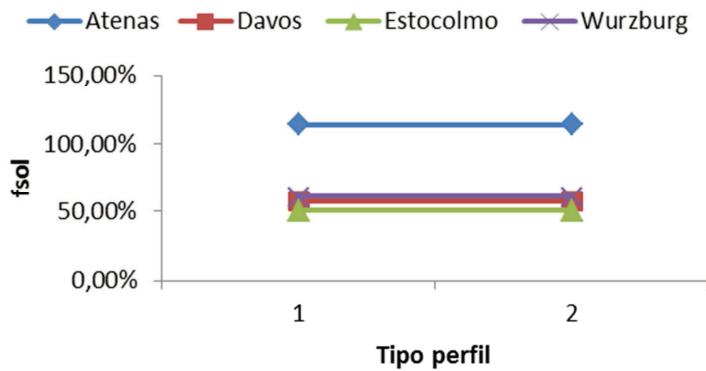


Gráfica 228 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 600 l.

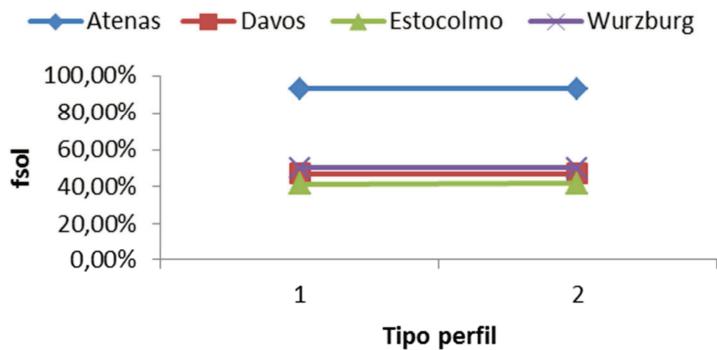
A continuación se representa la fracción solar frente al tipo de perfil para cada volumen de demanda:



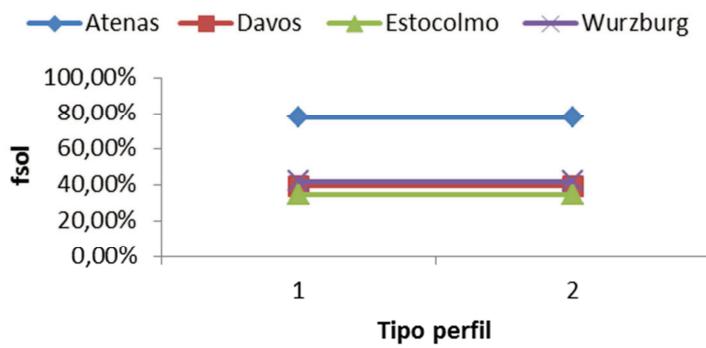
Gráfica 229 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 50 l.



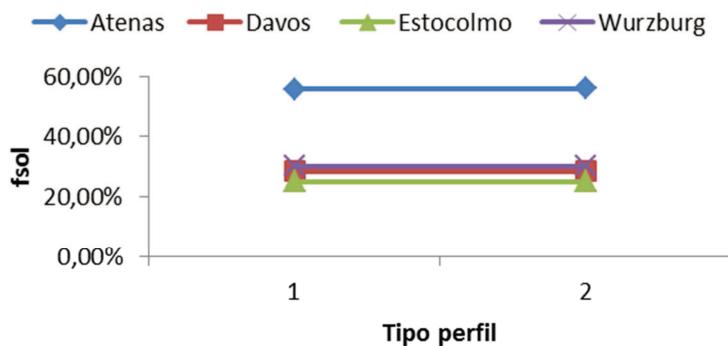
Gráfica 230 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 120 l.



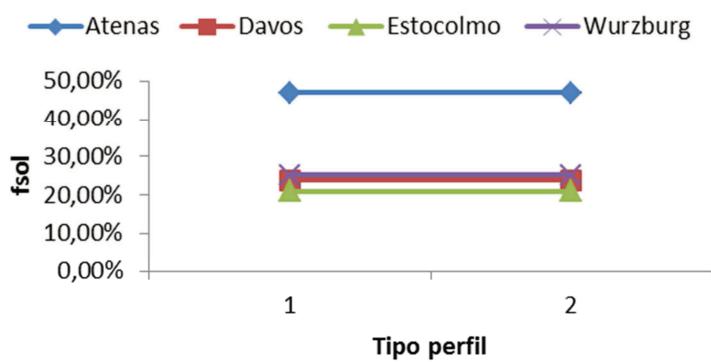
Gráfica 231 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 190 l.



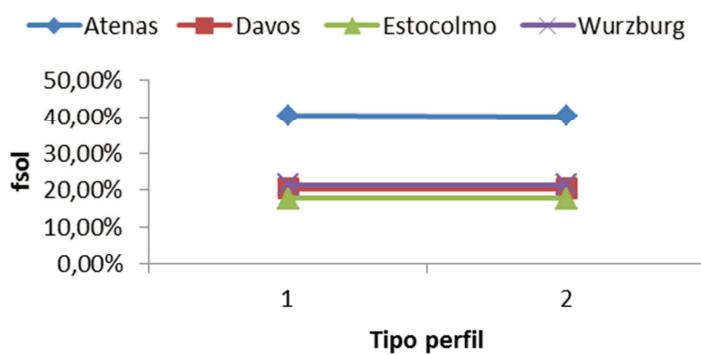
Gráfica 232 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 300 l.



Gráfica 233 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 400 l.

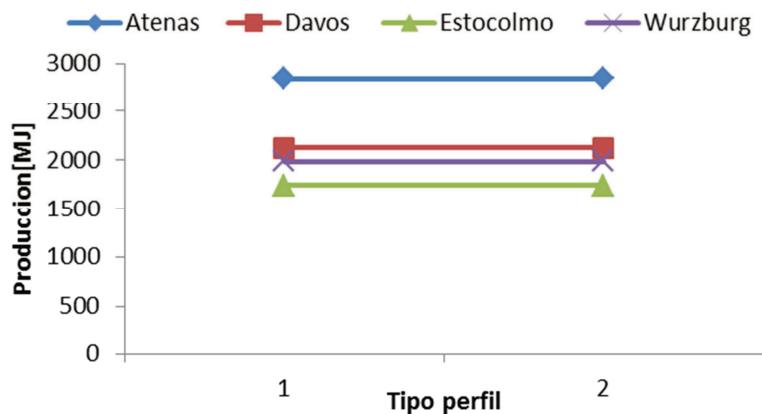


Gráfica 234 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 500 l.

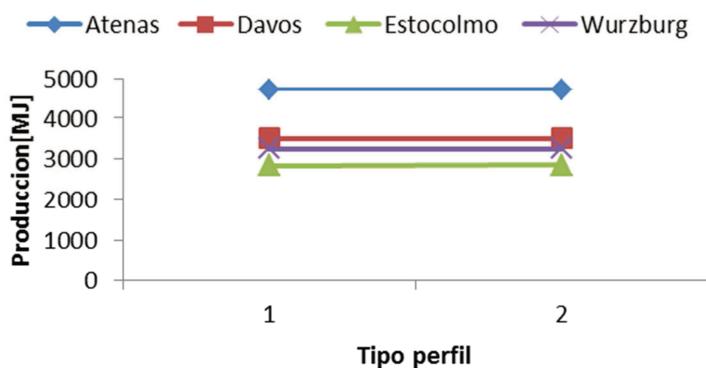


Gráfica 235 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 600 l.

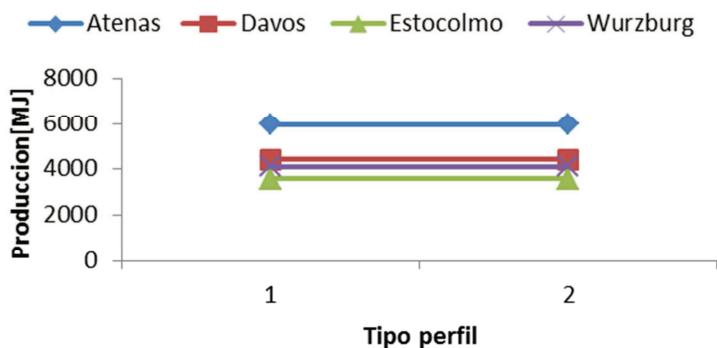
Equipo medio:



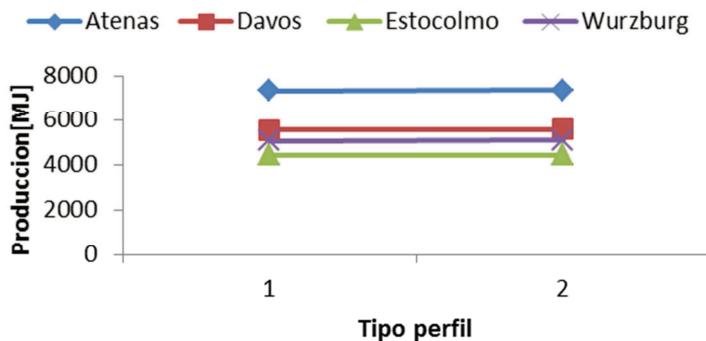
Gráfica 236 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 50 l.



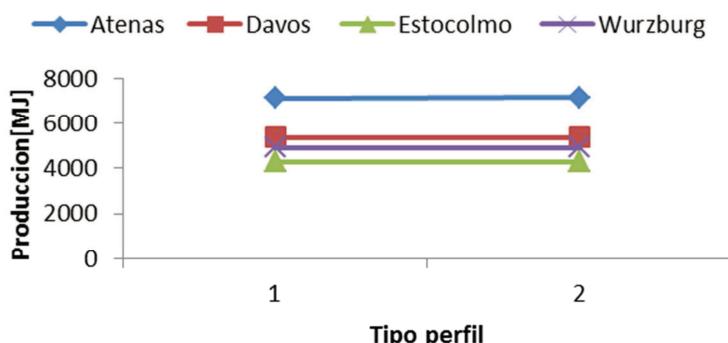
Gráfica 237 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 120 l.



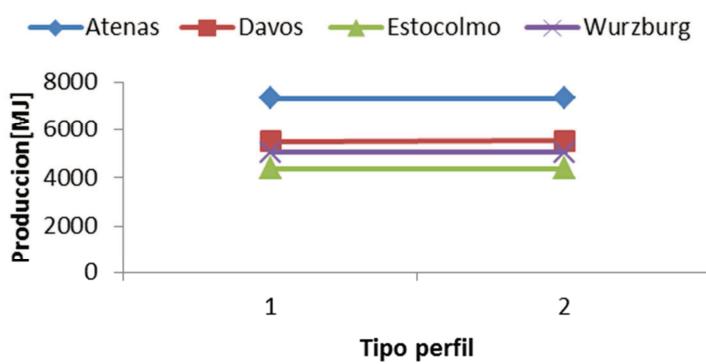
Gráfica 238 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 190 l.



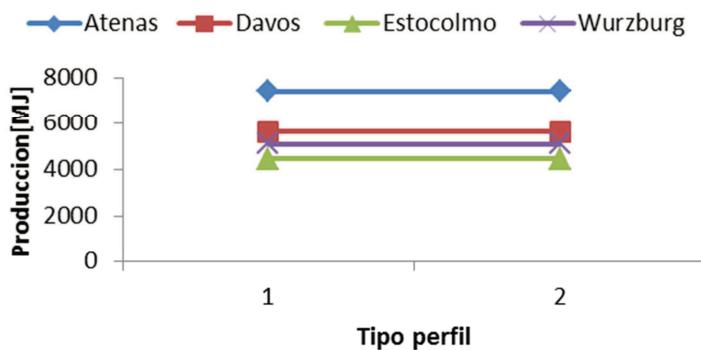
Gráfica 239 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 240 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 400 l.

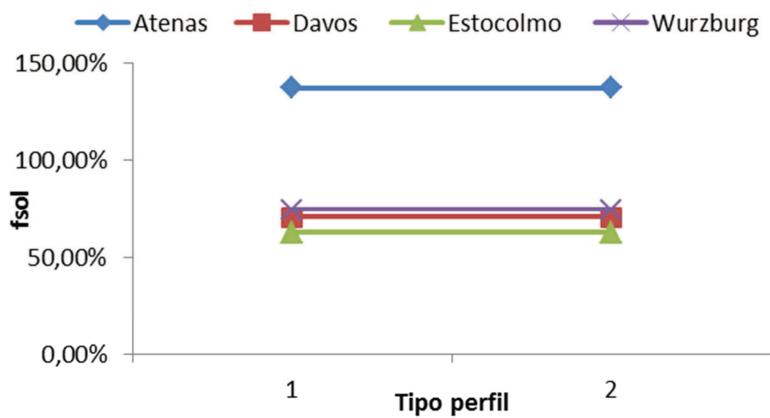


Gráfica 241 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 500 l.

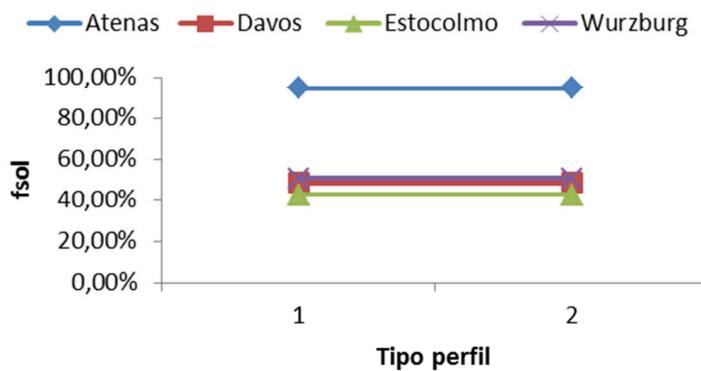


Gráfica 242 . Relación del tipo de perfil vs. Producción para un Vc de 600 l.

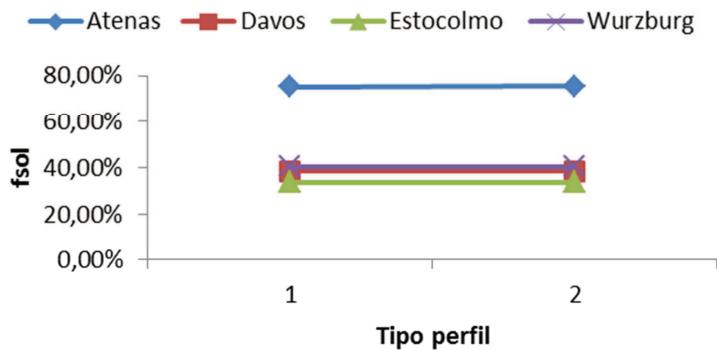
A continuación se representa la fracción solar frente al tipo de perfil para cada volumen de demanda:



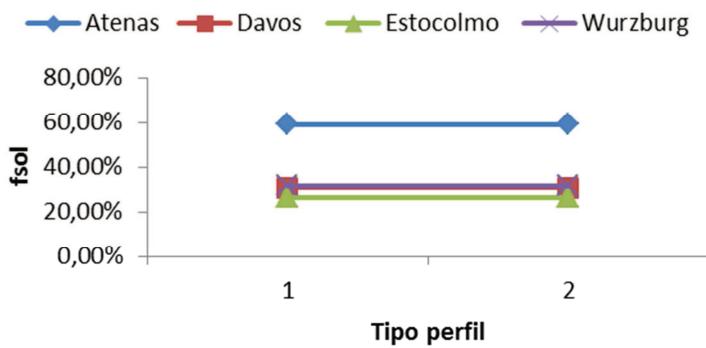
Gráfica 243 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 50 l.



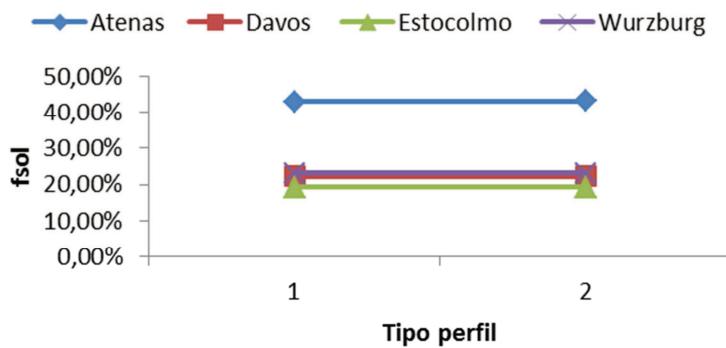
Gráfica 244 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 120 l.



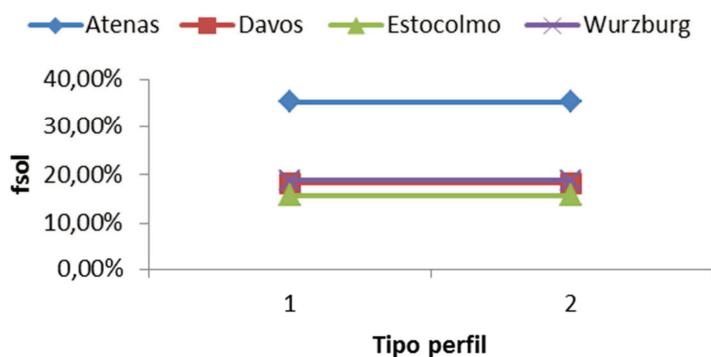
Gráfica 245 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 190 l.



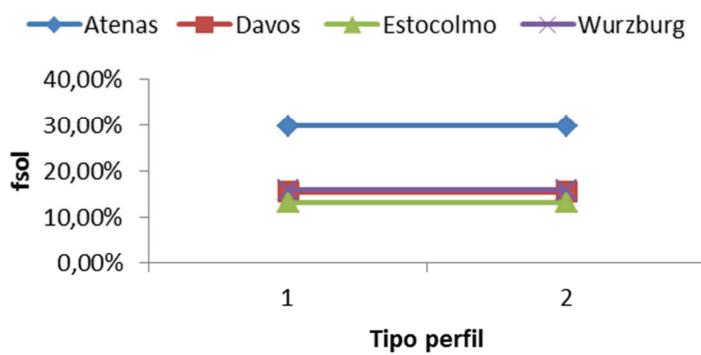
Gráfica 246 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 300 l.



Gráfica 247 . Relación del tipo de perfil vs. fsol para un Vc de 400 l.



Gráfica 248 . Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.



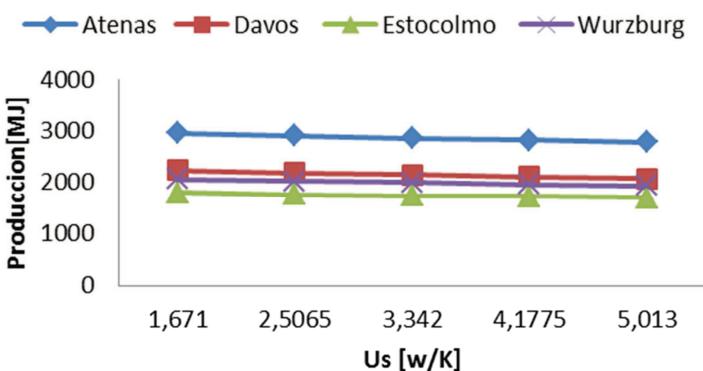
Gráfica 249 . Relación del tipo de perfil vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

4.4.- Frente a variaciones de Us

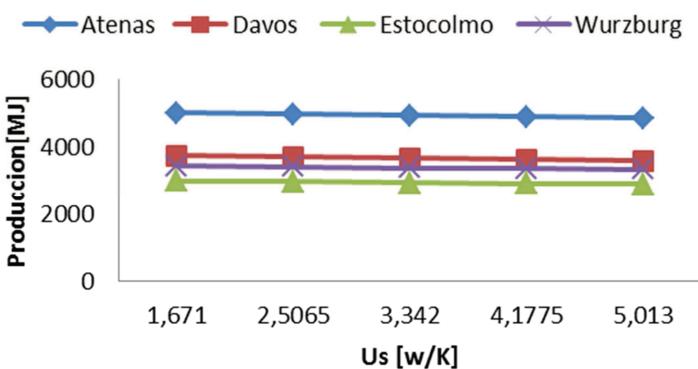
Para analizar la influencia del parámetro se ha variado desde un valor $0,5*Us$ (inicial) hasta un valor $1,5*Us$ (inicial).

Equipo 4:

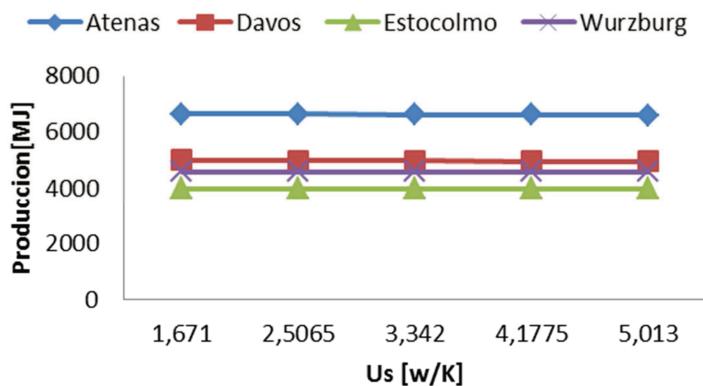
- Us inicial: 3,34 W/K.
- Rango de variación de Us: Desde 1,671 hasta 5,013 W/K.



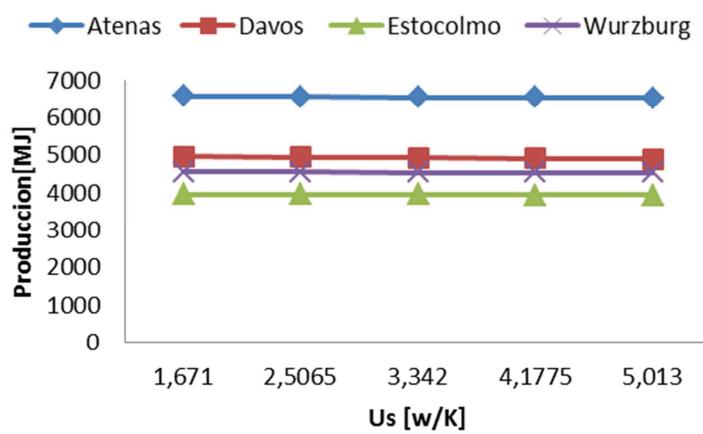
Gráfica 250. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 50 l.



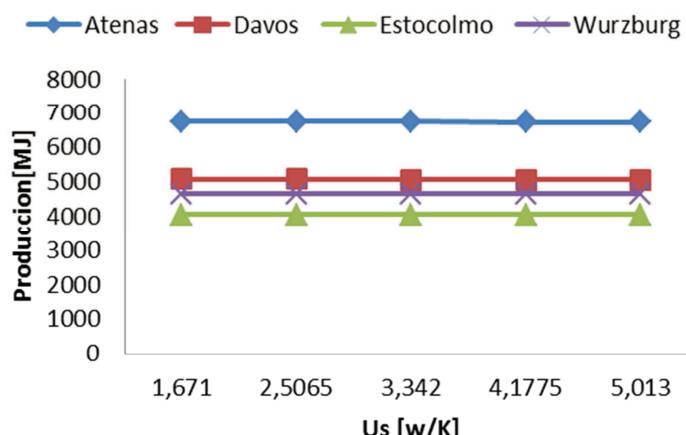
Gráfica 251. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 120 l.



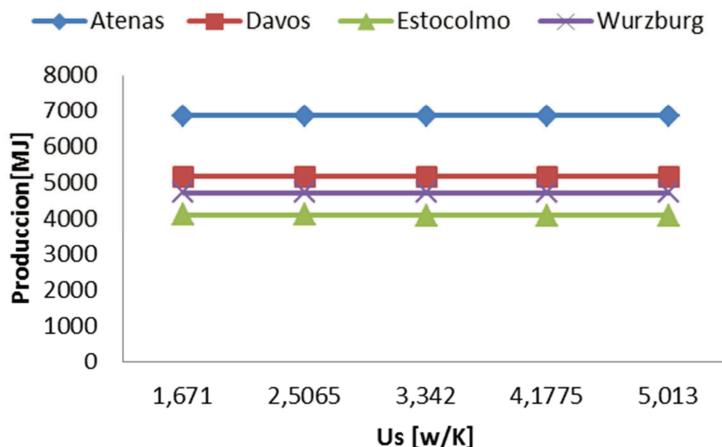
Gráfica 252. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 190 l.



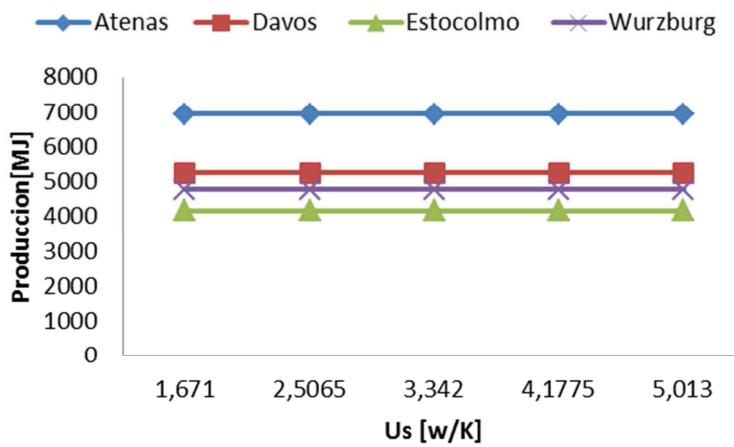
Gráfica 253. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 254. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 400 l.

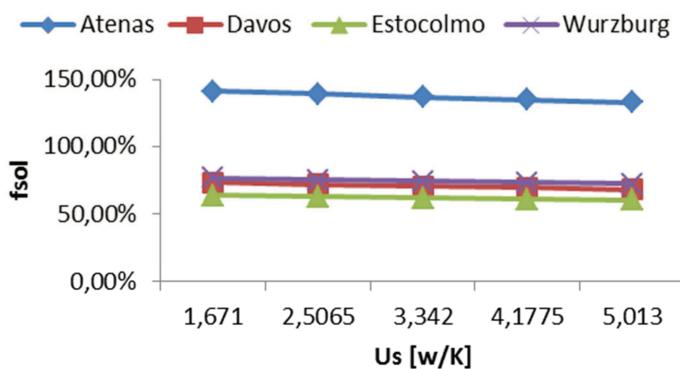


Gráfica 255. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 500 l.

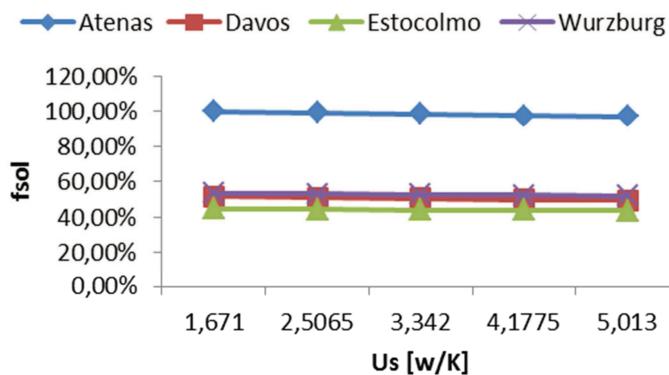


Gráfica 256. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 600 l.

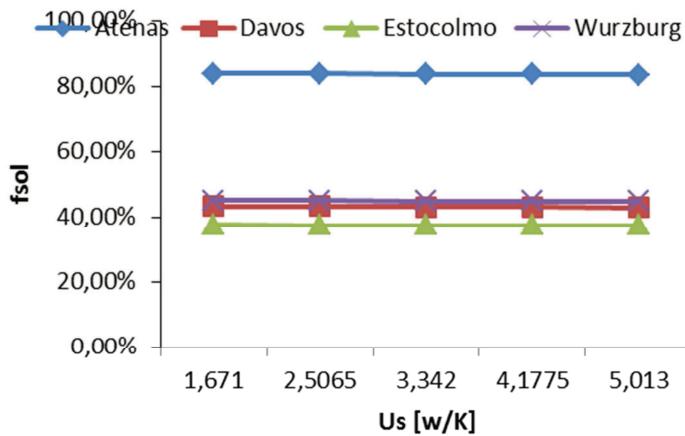
A continuación se representa la fracción solar frente a Us para cada volumen de demanda:



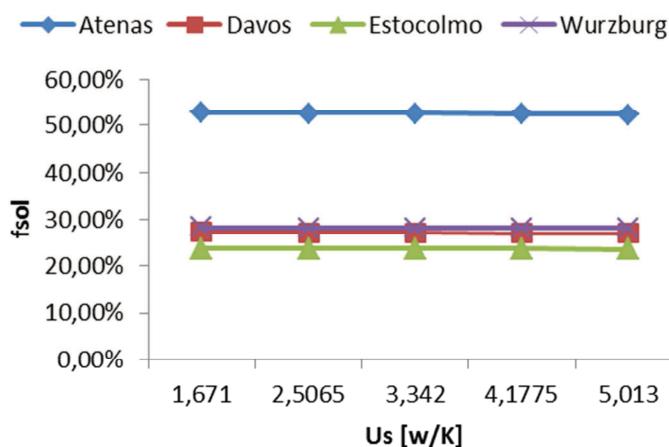
Gráfica 257. Relación de Us vs. fsol para un Vc de 50 l.



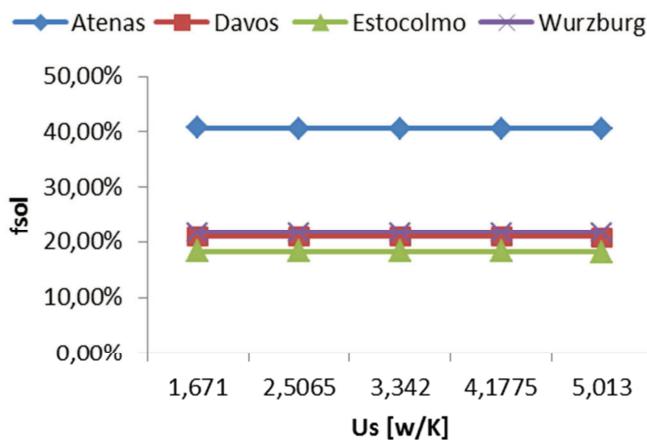
Gráfica 258. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



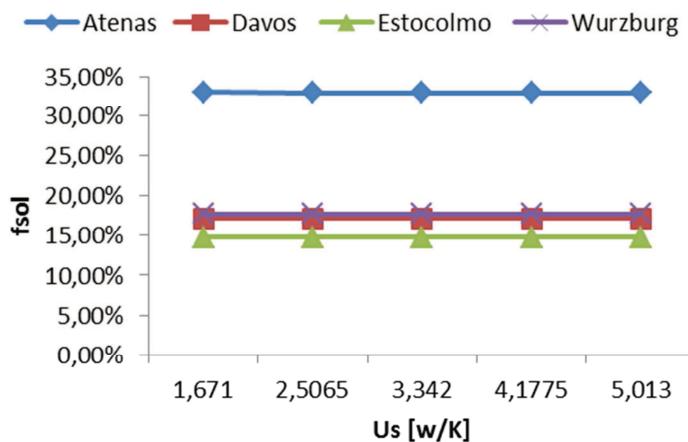
Gráfica 259. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



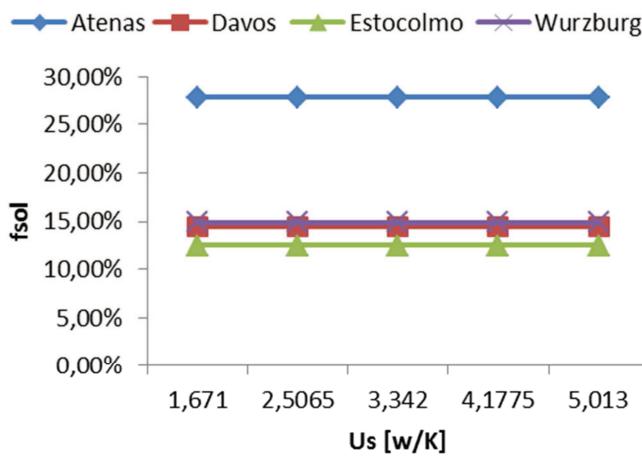
Gráfica 260. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 261. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.



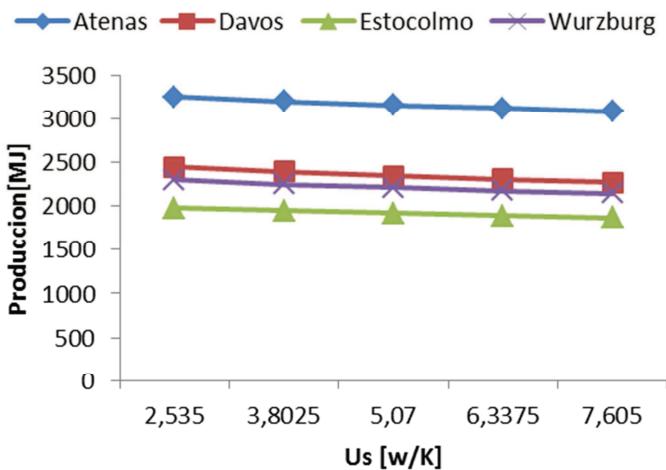
Gráfica 262. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.



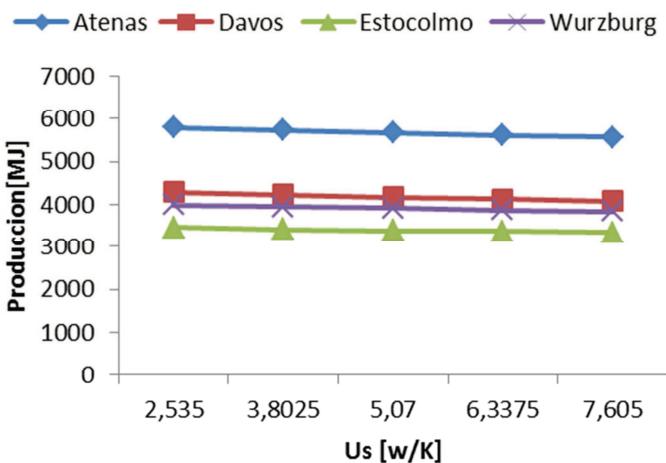
Gráfica 263. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

Equipo 11:

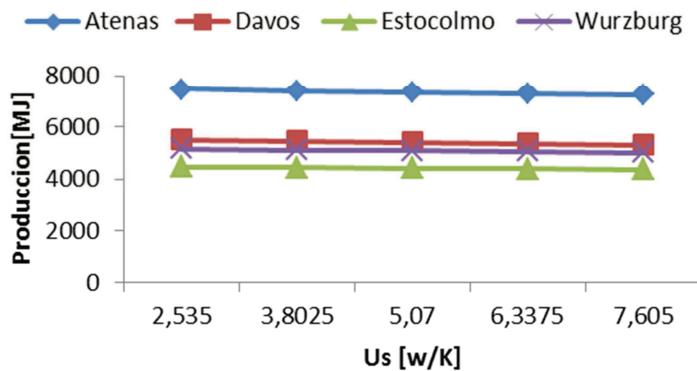
- Us inicial: 5,07 W/K.
- Rango de variación de Us: Desde 2,53 hasta 7,605 W/m²K.



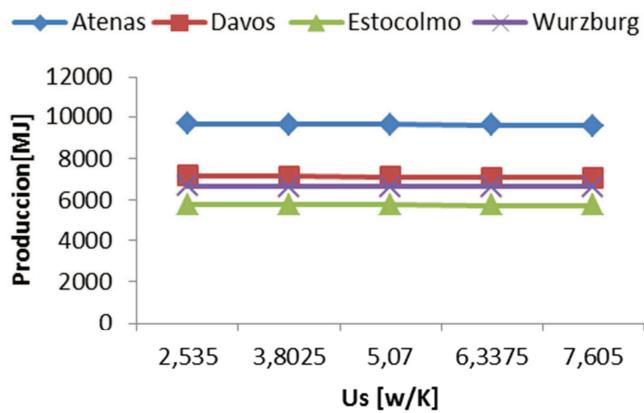
Gráfica 264. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 50 l.



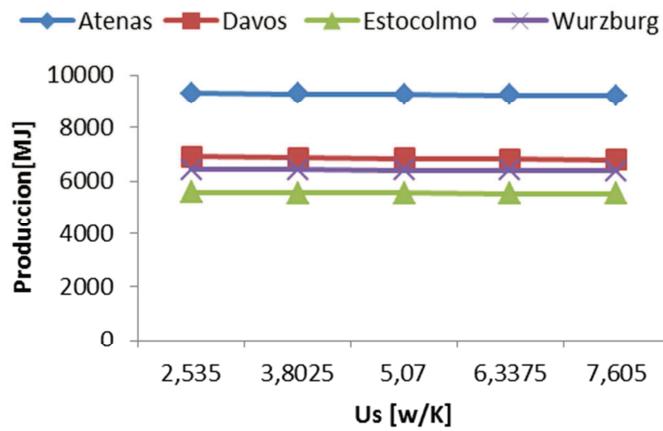
Gráfica 265. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 120 l.



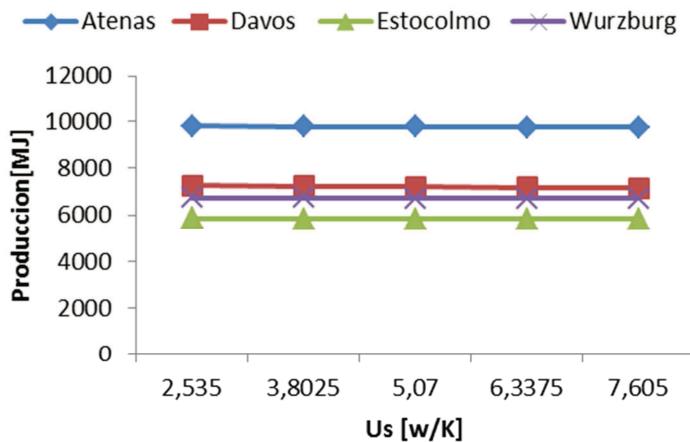
Gráfica 266. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 190 l.



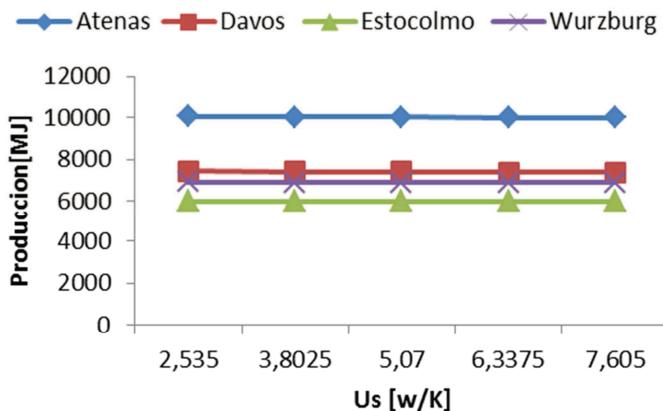
Gráfica 267. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 268. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 400 l.

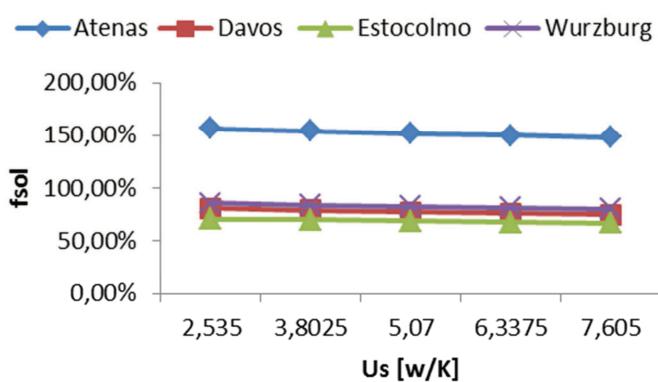


Gráfica 269. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 500 l.

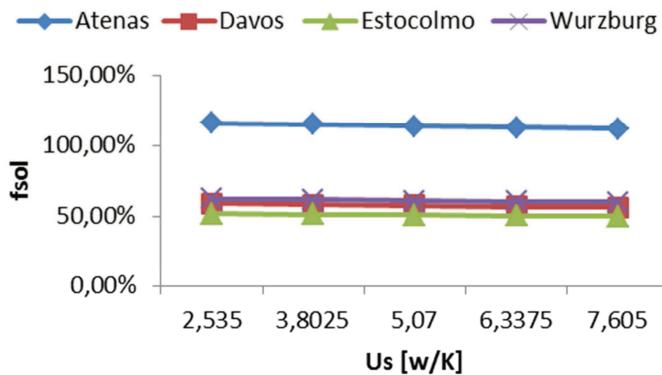


Gráfica 270. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 600 l.

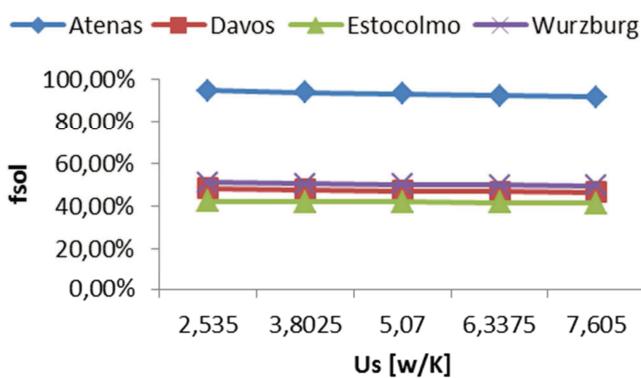
A continuación se representa la fracción solar frente a Us para cada volumen de demanda:



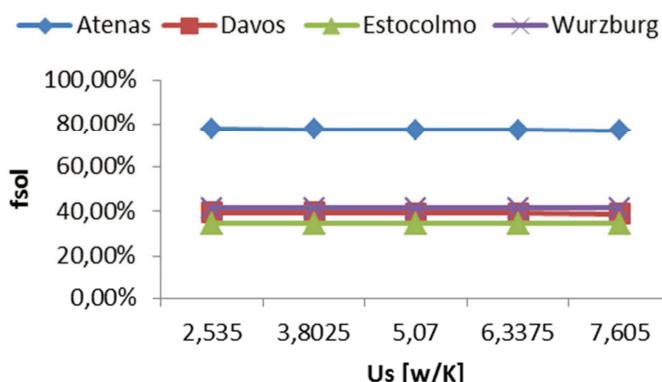
Gráfica 271. Relación de Us vs. fsol para un Vc de 50 l.



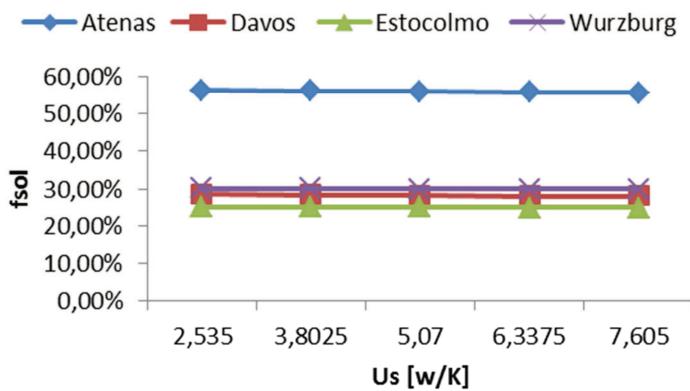
Gráfica 272. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



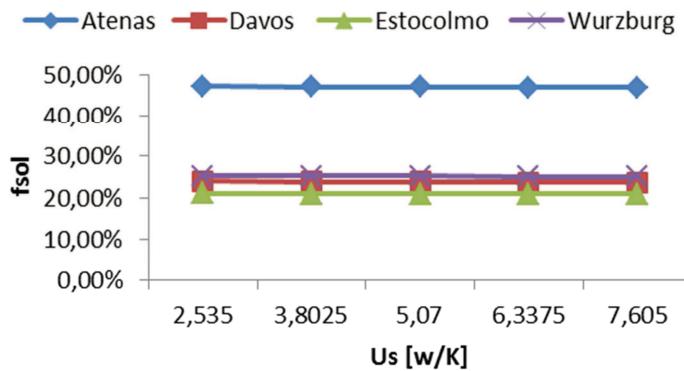
Gráfica 273. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



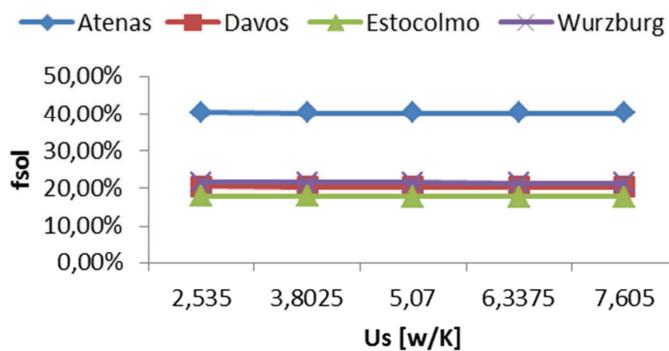
Gráfica 274. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 275. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.



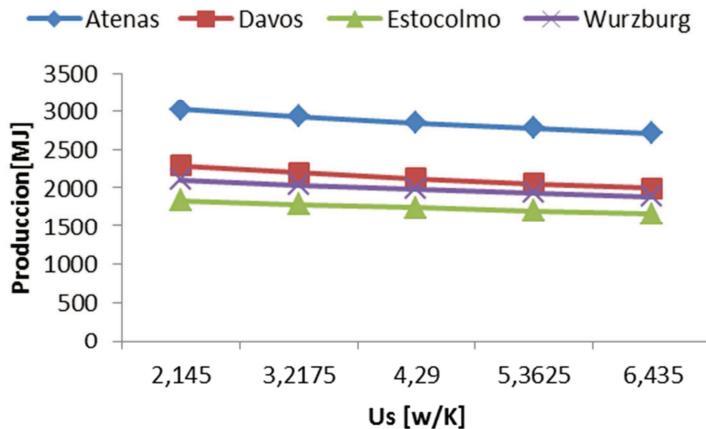
Gráfica 276. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.



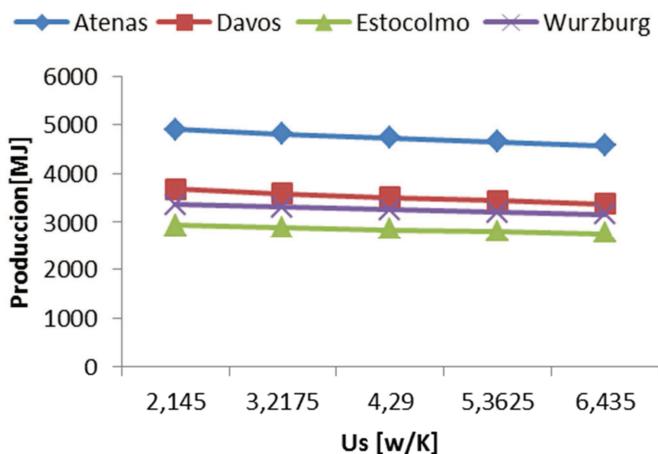
Gráfica 277. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

Equipo medio:

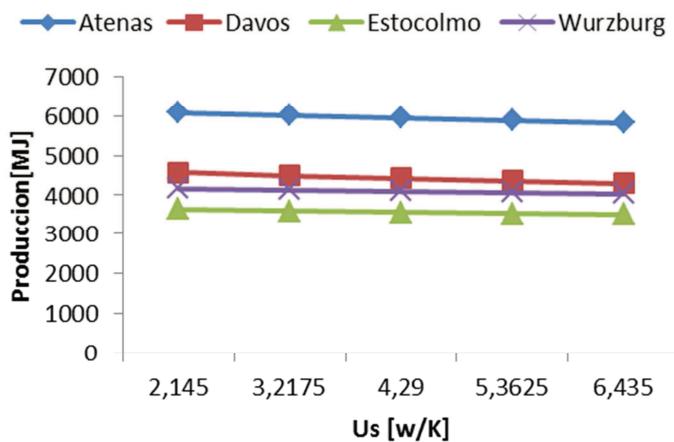
- Us inicial: 4,29 W/m²K.
- Rango de variación de Us: Desde 2,145 hasta 6,435 W/m²K.



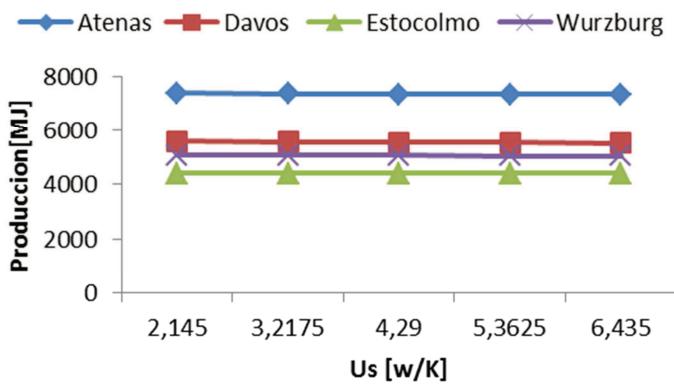
Gráfica 278. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 50 l.



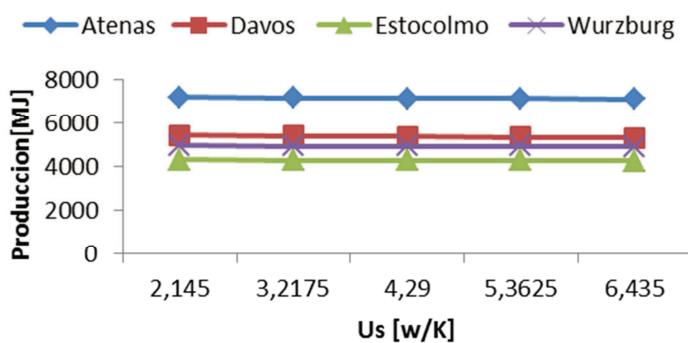
Gráfica 279. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 120 l.



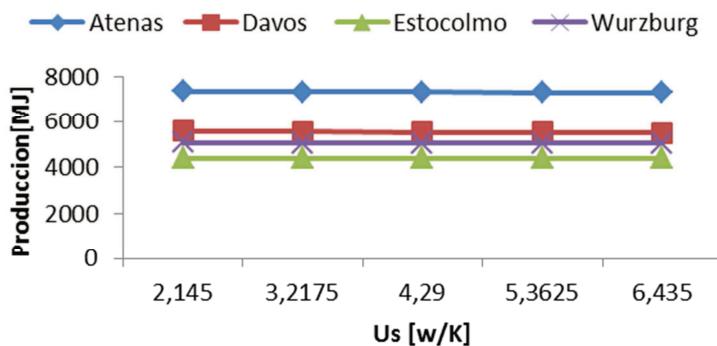
Gráfica 280. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 190 l.



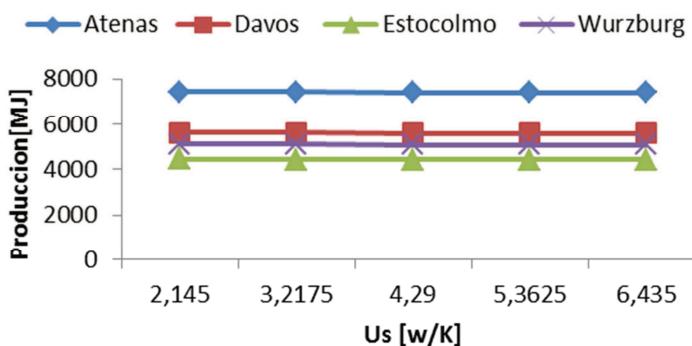
Gráfica 281. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 300 l.



Gráfica 282. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 400 l.

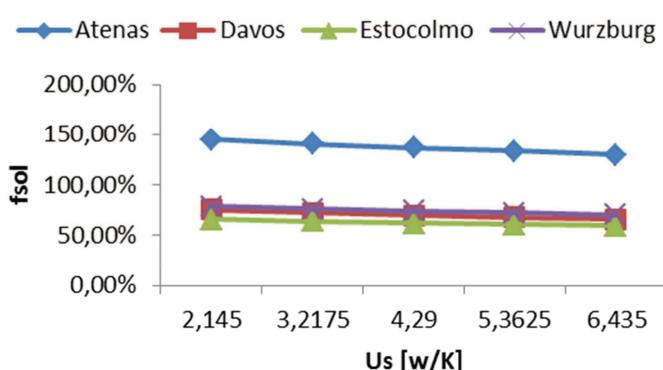


Gráfica 283. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 500 l.

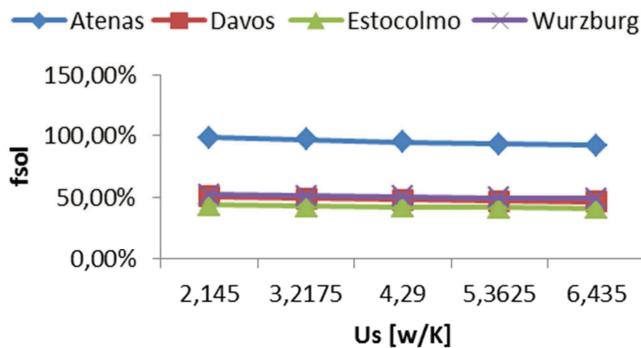


Gráfica 284. Relación de Us vs. Producción para un Vc de 600 l.

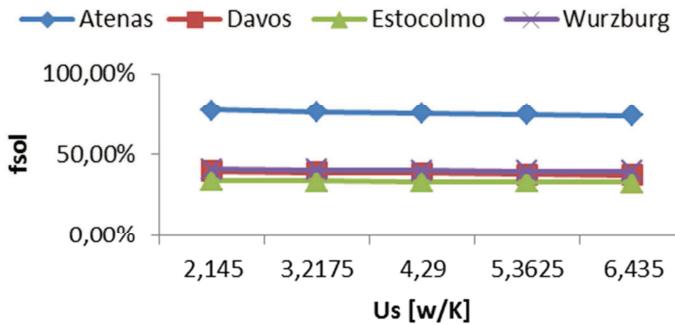
A continuación se representa la fracción solar frente a Us para cada volumen de demanda:



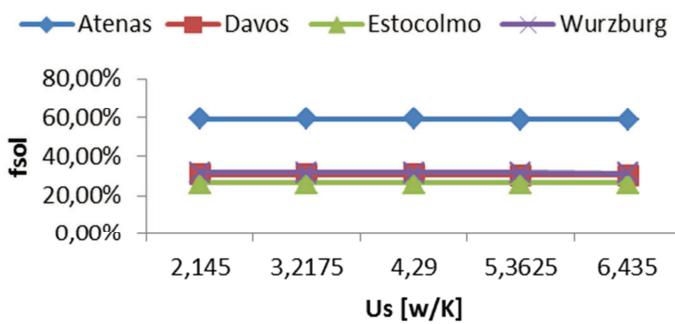
Gráfica 285. Relación de Us vs. fsol para un Vc de 50 l.



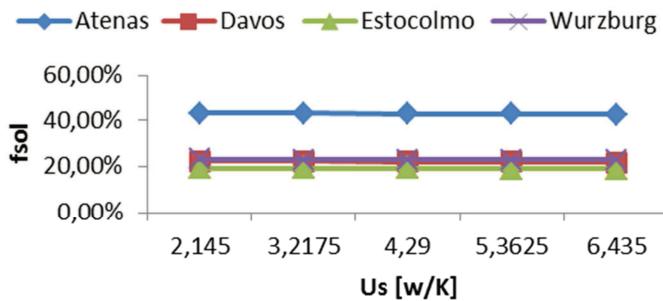
Gráfica 286. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 120 l.



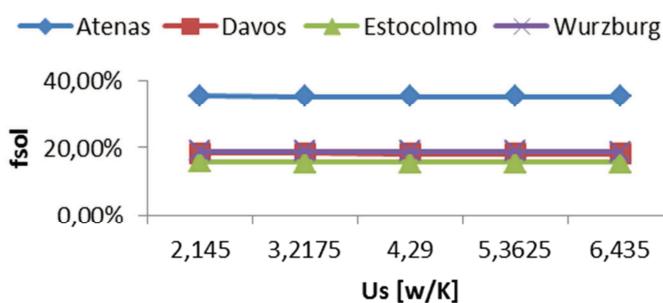
Gráfica 287. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 190 l.



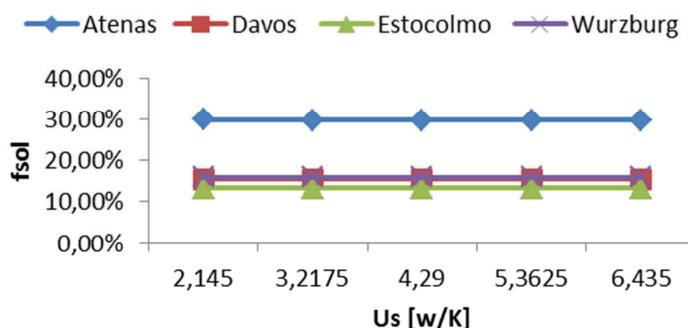
Gráfica 288. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 300 l.



Gráfica 289. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 400 l.



Gráfica 290. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 500 l.



Gráfica 291. Relación de U_s vs. f_{sol} para un V_c de 600 l.

Anexo 5.- Definiciones y símbolos

Símbolo	Definición	Unidad
Q_d	Demanda de calor	MJ
Q_L	Energía cedida por el sistema solar de calentamiento a la salida	MJ
a_1, a_2, a_3	Coeficientes utilizados en la ecuación de rendimiento del sistema	MJ
c_{pw}	capacidad de calor específico del agua	J / (kg.K)
$f(V)$	Perfil normalizado de la temperatura de extracción	--
$g(V)$	Perfil normalizado de la temperatura de mezcla	--
H	Radiación solar diaria sobre la apertura del captador	MJ/m ²
Q	Energía útil extraída por el sistema	MJ
Q_c	Energía contenida en un volumen de agua V_c	MJ
Q_{LOS}	Pérdidas térmicas por el acumulador	MJ
Q_R	Energía restante en el acumulador	MJ
t_d	Temperatura del agua de la extracción de carga	°C
t_h	Temperatura requerida del agua caliente	°C
t_i	Temperatura inicial del agua	°C
t_f	Temperatura final del agua	°C
tas	Temperatura media del aire circundante	°C
t_{main}	Temperatura del agua fría	°C
t_n	Temperatura ambiente media del aire durante la noche	°C
t_s	Temperatura media del agua en el acumulador	°C
U_s	Coeficiente de pérdidas de calor por el acumulador	W/K
V_c	Consumo volumétrico diario de agua caliente	l
V_d	Volumen diario de agua caliente extraída	m ³
V_s	Capacidad volumétrica del acumulador	l
Δt	Intervalo de tiempo	s
ρ_w	Densidad del agua	kg/m ³