



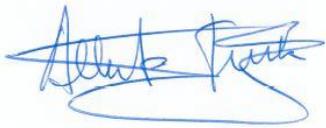
PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN - EERR

FOTOVOLTAICA – AUTOCONSUMO

AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.E.I.P. Teresa de León)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_EERR_1306_50_20160310

Elaborado por:	Revisado por:
	
Alberto Trueba Salas	Inés Simón García

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETO Y ALCANCE.....	1
3. SITUACIÓN ACTUAL	2
3.1 Datos generales.....	2
3.2 Datos contractuales	4
3.3 Distribución de consumo y costes por períodos	4
3.4 Cubiertas	7
4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO	8
4.1 Registros trifásicos	8
4.2 Perfil de funcionamiento.....	9
5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA	10
5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo	10
5.2 Análisis de diferentes alternativas	13
5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos	16
5.4 Simulación	16
5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV.....	23
5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica	27
6. ANÁLISIS ENERGETICO Y ECONÓMICO.....	28
6.1 Inversión.....	28
6.2 Estudio de ahorro energético y económico	29

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.03

1. INTRODUCCIÓN

La Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía. Se trata del compromiso 20/20/20 para: reducir un 20% en emisiones de gases de efecto invernadero, un 20% de ahorro en el consumo de energía y un 20% en producción energética mediante fuentes renovables para el año 2020.

El Ayuntamiento de Marbella consta actualmente de una infraestructura muy limitada en el campo de las energías renovables para la producción de energía de los diferentes centros (dependencias municipales, centros educativos y centros deportivos), tanto en el apartado de generación térmica (solar térmica, biomasa, etc.), como en el apartado de generación eléctrica (fotovoltaica).

Por lo tanto, para incrementar la contribución de energías renovables existente en la actualidad en el Ayuntamiento, se ha planteado la posibilidad de implantar en determinados centros una instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo.

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

2. OBJETO Y ALCANCE

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, se ha seleccionado este centro atendiendo a estos criterios y tratando de buscar una solución optimizada, donde la mayor parte de la producción solar pueda ser aprovechada en el autoconsumo del centro.

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Datos generales

Denominación del Centro	CEIP María Teresa de León
Dirección	C/Camino de la Caseta, s/n. 29670. San Pedro de Alcántara
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto	Vicky (Secretaría) // Telf. Contacto: 951 270 752
Número de edificios	6
Referencia Catastral	2498603UF2329N0001PD

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP María Teresa de León** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Camino de la Caseta** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Edificio Principal, gimnasio y módulos



Imagen 2 Vista aérea del CEIP María Teresa de León

CEIP María Teresa de León	Nº plantas	Sup. Útil m ²	Ocup	Horario	Año de construcción
Edificio principal	3	3088	820	Sept-Junio 08:00-14:00; 16:00-19:00 L 08:00-14:00; 16:00-18:00 M-V Julio-Agosto (Conserjes) 08:00-14:00	2007
Módulo 1	1	234	84		
Módulo 2	1	234	84		
Módulo 3	1	234	84		
Edificio Aula 38	1	108	28		
Gimnasio	1	326	30		

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

CEIP María Teresa de León	Ocup	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas	27	9:00 - 14:00	Educativo
Comedor	260	14:00 - 16:00	Comedor
Aulas de orientación, apoyo y refuerzo	5	9:00 - 14:00 (2 días/semana)	Educativo
Gimnasio	30	9:00 - 14:00	Deportivo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.03

3.2 Datos contractuales

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

CUPS	ES0031104639462001LS0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	85	85	85
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

Tabla 4 Datos contractuales

3.3 Distribución de consumo y costes por períodos

El periodo estudiado recoge los consumos entre enero y diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	1857	8793	2694	34 /72 /30	0,00	1.982,77
31/01/2014	28/02/2014	1740	7134	2686	40 /78 /29	0,00	1.765,46
28/02/2014	31/03/2014	1332	5086	1716	43 /51 /15	0,00	1.500,14
31/03/2014	30/04/2014	1774	2928	1541	42 /34 /13	0,00	1.230,96
30/04/2014	31/05/2014	1631	2534	1141	32 /28 /12	0,00	1.154,74
31/05/2014	30/06/2014	1238	2102	1116	32 /24 /24	0,00	1.041,10
30/06/2014	31/07/2014	260	1009	1456	4 /9 /10	0,00	819,95
31/07/2014	31/08/2014	355	1374	1623	12 /9 /9	0,00	887,89
31/08/2014	30/09/2014	1407	2719	2027	36 /24 /17	0,00	1.205,59
30/09/2014	31/10/2014	1963	3787	2170	38 /34 /17	0,00	1.435,93
31/10/2014	30/11/2014	1453	5096	2178	27 /47 /14	0,00	1.493,13
30/11/2014	31/12/2014	1558	5319	2474	41 /71 /18	0,00	1.574,30

Tabla 5 Facturación eléctrica

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

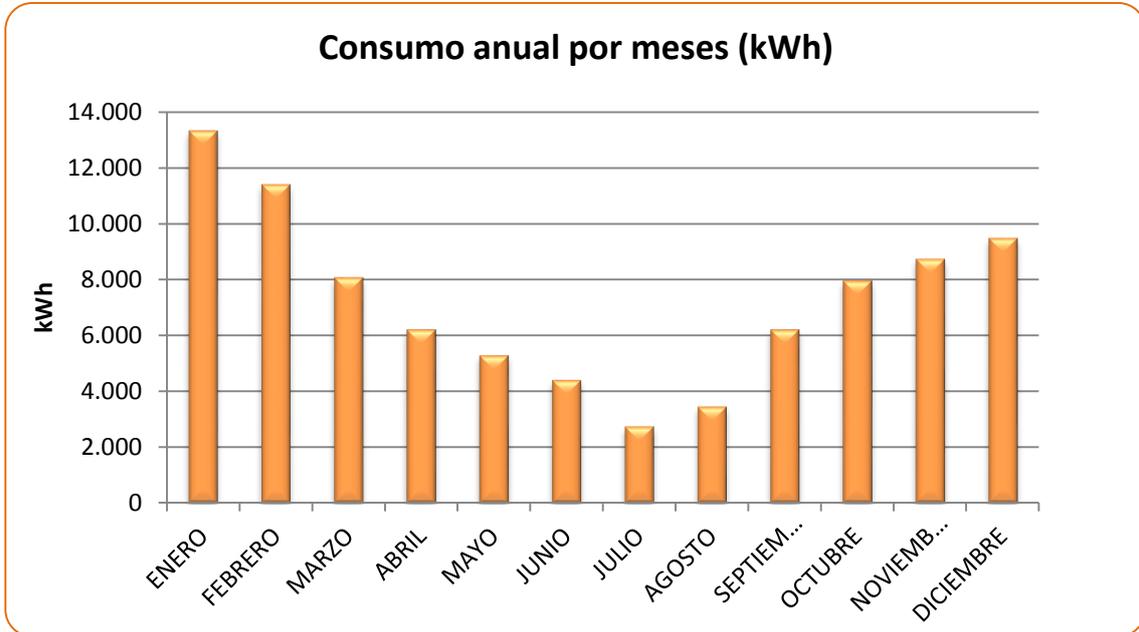


Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

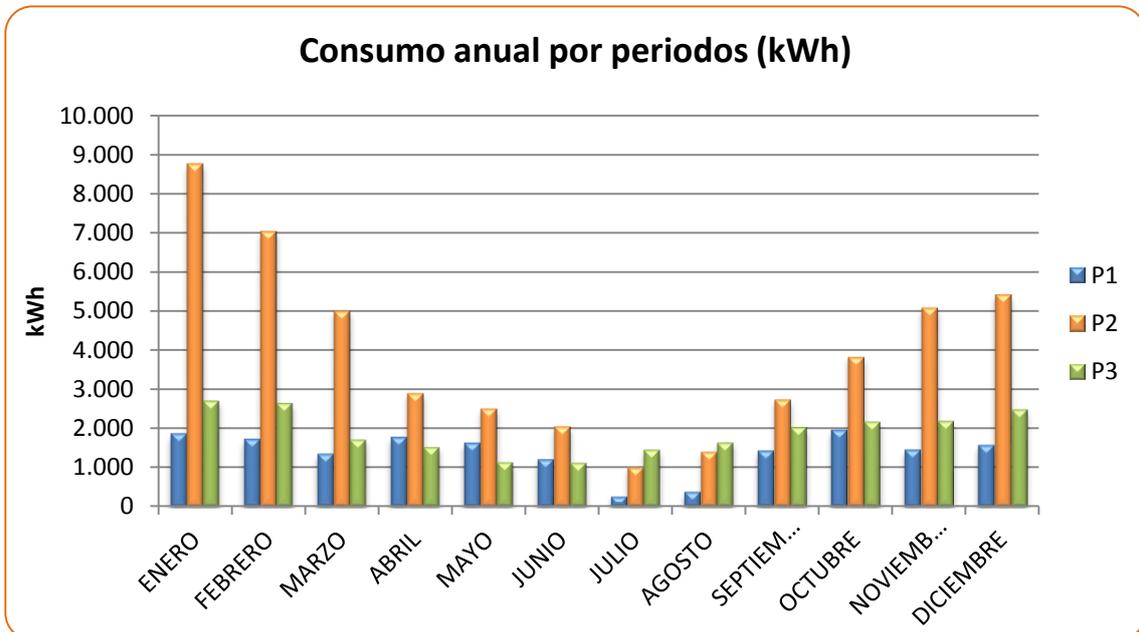


Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos

	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	TOTAL (kWh)
Enero	1.857	8.793	2.694	13.344
Febrero	1.740	7.134	2.686	11.560
Marzo	1.332	5.086	1.716	8.134
Abril	1.774	2.928	1.541	6.243
Mayo	1.631	2.534	1.141	5.306
Junio	1.238	2.102	1.116	4.456
Julio	260	1.009	1.456	2.725
Agosto	355	1.374	1.623	3.352
Septiembre	1.407	2.719	2.027	6.153
Octubre	1.963	3.787	2.170	7.920
Noviembre	1.453	5.096	2.178	8.727
Diciembre	1.558	5.319	2.474	9.351
TOTAL	16.568	47.881	22.822	87.271

Tabla 6 Resumen de consumo eléctrico por periodos

3.4 Cubiertas

A continuación se muestran las cubiertas consideradas para la implantación de los módulos.



Imagen 3 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos

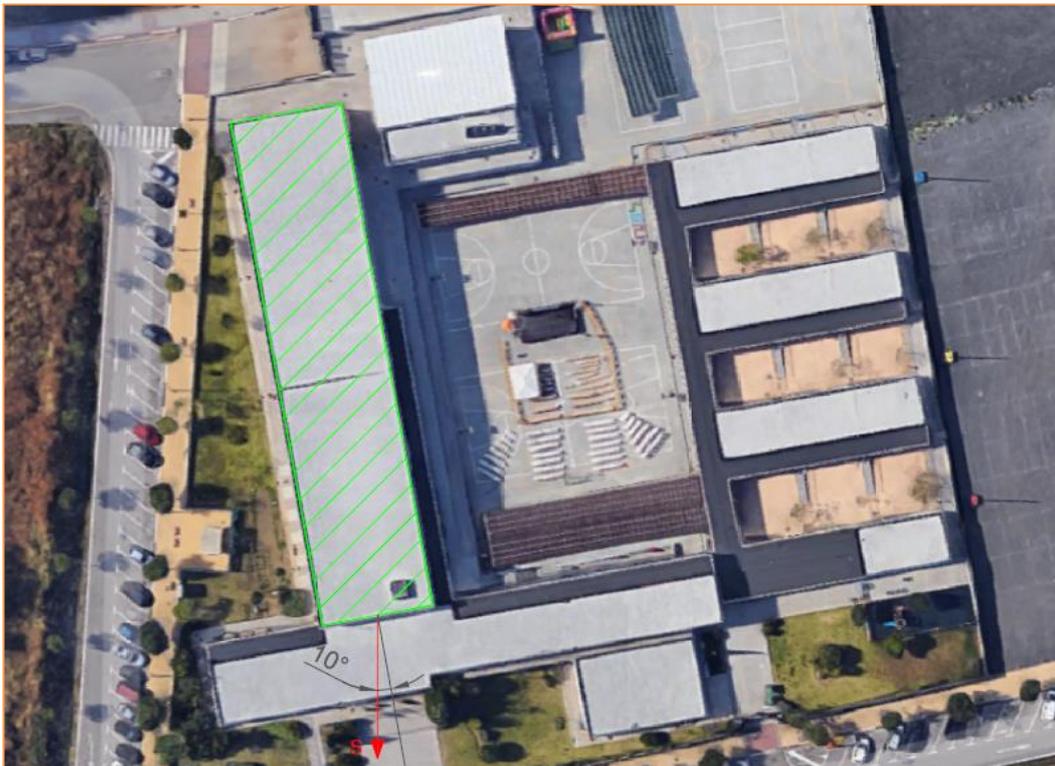


Imagen 4 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos

4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Registros trifásicos

A continuación se muestran los datos registrados en el analizador de redes trifásico instalado durante una semana, entre los días 26/11/2015 y el 03/12/2015, en el punto de suministro eléctrico. Se trata de una medición realizada con un periodo de 1 minuto entre registros y recoge el consumo de los dos contratos de suministro de que consta el centro.

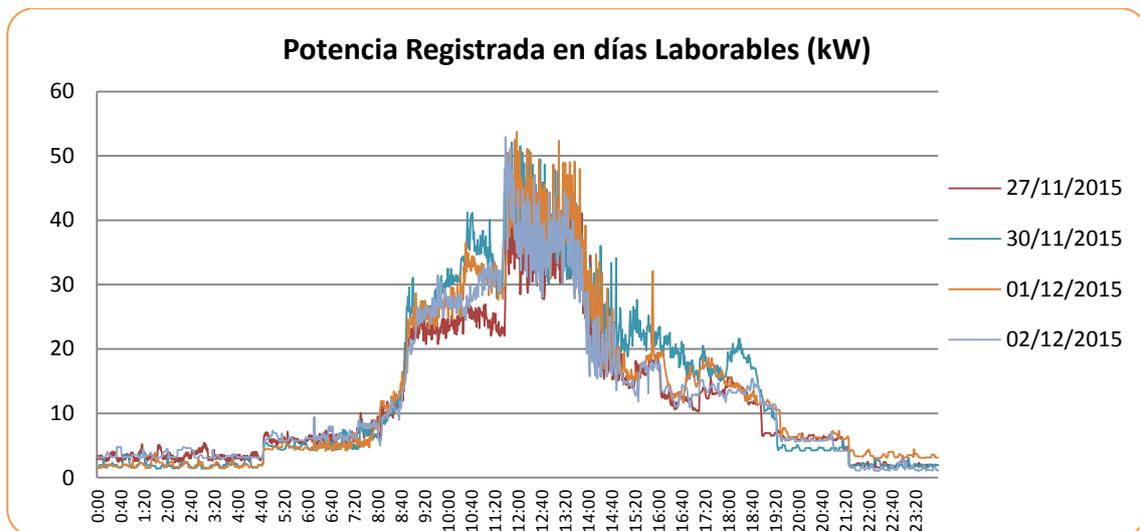


Gráfico 3 Potencia registrada en días lectivos

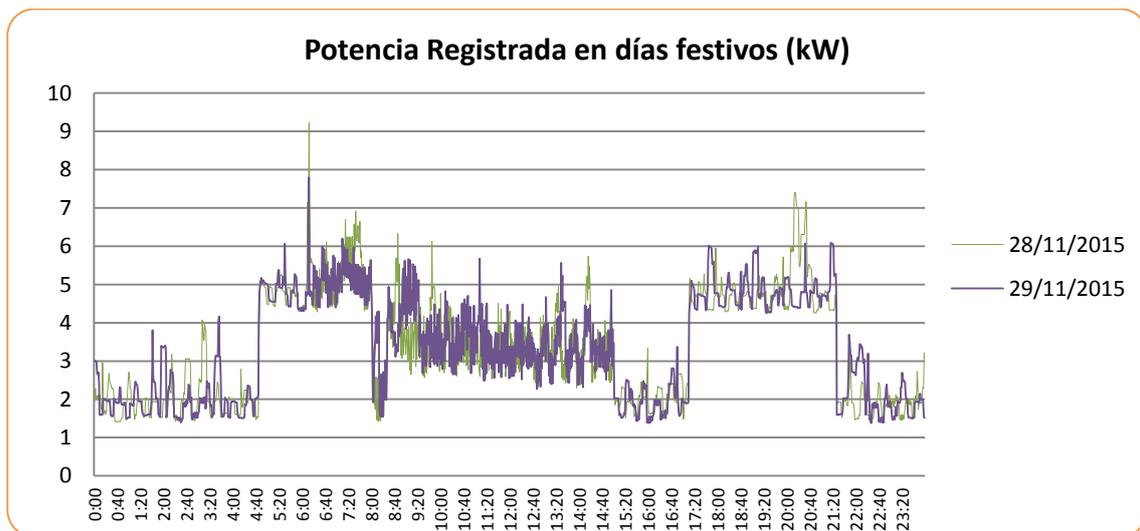


Gráfico 4 Potencia registrada en días festivos

Al no disponer de un año completo, se ha estimado el perfil de consumo durante los meses restantes, atendiendo a los datos registrados por el analizador de redes y mediante la utilización de la información contenida en la facturación por periodos de la tarifa 3.0 correspondiente al suministro eléctrico.

4.2 Perfil de funcionamiento

A continuación se muestran los perfiles de carga por meses:

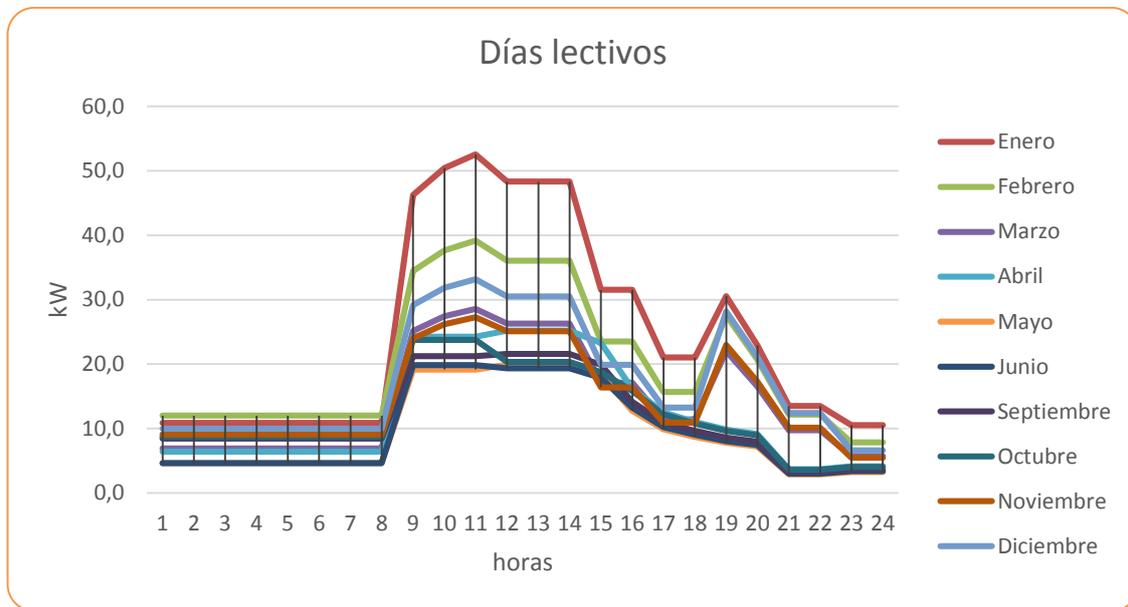


Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días lectivos

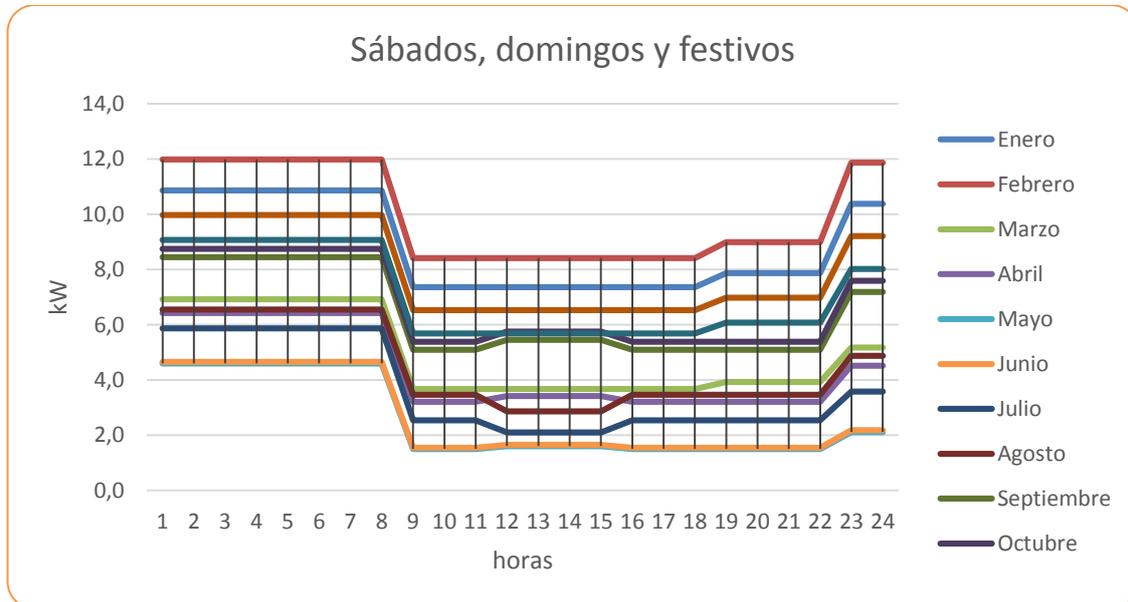


Gráfico 6 Perfil de funcionamiento – Sábados, domingos y festivos

Por lo tanto, mediante los datos disponibles de los registros trifásicos acompañados de los datos de consumo por periodos, se ha construido un perfil de funcionamiento horario, que se comparará con el perfil de producción fotovoltaica obtenido en la simulación.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.03

5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA

5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo

Las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015.

En función del tipo de autoconsumidores existen dos posibles modalidades:

Modalidad tipo 1:

- Autoconsumidores no inscritos en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPRE).
- Autoconsumidores de hasta 100 kW de potencia contratada. La potencia máxima de la instalación será la potencia contratada en el suministro con el límite de 100 kW.
- La instalación debe cumplir con los requisitos técnicos del RD 1699/2011.
- La instalación debe cumplir con el procedimiento de conexión y acceso del RD 1699/11 (capítulo II).
- Se debe realizar un estudio de conexión y acceso a cargo del autoconsumidor (RD 1048/2014).
- Se ha de solicitar el punto de conexión a la distribuidora aun cuando no haya vertido a la red.
- Firma de contrato de acceso con la comercializadora en el que se indique la opción de autoconsumo elegida.
- La energía excedentaria cedida a la red no se retribuye y no paga el peaje a la generación.
- La energía autoconsumida paga el peaje de respaldo.

Modalidad tipo 2:

- Instalaciones inscritas en el RAIPRE.
- La instalación debe cumplir con los requisitos técnicos del RD1699/11 ($P_c < 100$ kW) o del RD1955/2000 ($P_c > 100$ kW).
- La instalación debe cumplir con el procedimiento de conexión y acceso del RD 1699/11 (capítulo II) o del RD1955/2000, en función de su potencia.
- Firma de contrato de acceso con la comercializadora en el que conste la opción de autoconsumo.
- Se debe firmar un contrato de acceso que incluya los consumos auxiliares.
- La energía excedentaria se retribuye al precio horario del mercado eléctrico y paga el peaje a la generación (0,5 €/MWh).

Para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta los cargos por autoconsumo establecidos en el Real Decreto 900/2015, adicionales a los establecidos en la reglamentación general.

- Cargos fijos

Se aplicarán cargos fijos en función de la potencia, en €/kW, cuyo precio será el siguiente para cada categoría de peajes de acceso:

NT	Peaje de acceso	Cargo fijo (€/kW)					
		Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
BT	2.0 A (Pc ≤ 10 kW)	8,989169					
	2.0 DHA (Pc ≤ 10 kW)	8,989169					
	2.0 DHS (Pc ≤ 10 kW)	8,989169					
	2.1 A (10 < Pc ≤ 15 kW)	15,390453					
	2.1 DHA (10 < Pc ≤ 15 kW)	15,390453					
	2.1 DHS (10 < Pc ≤ 15 kW)	15,390453					
	3.0 A (Pc > 15 kW)	32,174358	6,403250	14,266872			
AT	3.1 A (1 kV a 36 kV)	36,608828	7,559262	5,081433	0,000000	0,000000	0,000000
	6.1A (1 kV a 30 kV)	22,648982	8,176720	9,919358	11,994595	14,279706	4,929022
	6.1B (30 kV a 36 kV)	16,747077	5,223211	7,757881	9,833118	12,118229	3,942819
	6.2 (36 kV a 72,5 kV)	9,451587	1,683097	4,477931	6,402663	8,074908	2,477812
	6.3 (72,5 kV a 145 kV)	9,551883	2,731715	3,994851	5,520499	6,894902	1,946805
	6.4 (Mayor o igual a 145 kV)	3,123313	0,000000	1,811664	3,511473	4,991205	1,007911

Tabla 7 Cargos fijos por autoconsumo

Tanto para la modalidad de autoconsumo tipo 1 como para la modalidad tipo 2, la aplicación de dichos cargos fijos se realizará sobre la diferencia entre la potencia de aplicación de cargos y la potencia a facturar a efectos de aplicación de los peajes de acceso. En todos los casos se considerará esta diferencia nula cuando el valor sea negativo.

- Cargos variables

Se aplicará un término de cargo variable, en €/kWh, que se aplicará sobre el autoconsumo horario durante el periodo transitorio y se denominará cargo transitorio por energía autoconsumida. El precio del cargo transitorio por energía autoconsumida será el siguiente para cada categoría de peajes de acceso:

- Hasta el 31 de diciembre de 2015:

Peaje de acceso	Cargo transitorio por energía autoconsumida (€/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0 A (Pc ≤ 10 kW)	0,046750					
2.0 DHA (Pc ≤ 10 kW)	0,060789	0,008510				
2.0 DHS (Pc ≤ 10 kW)	0,061561	0,008869	0,008449			
2.1 A (10 < Pc ≤ 15 kW)	0,058445					
2.1 DHA (10 < Pc ≤ 15 kW)	0,071727	0,017885				
2.1 DHS (10 < Pc ≤ 15 kW)	0,072498	0,020765	0,013707			
3.0 A (Pc > 15 kW)	0,025270	0,017212	0,011127			
3.1A(1 kV a 36 kV)	0,019485	0,013393	0,014197			
6.1A (1 kV a 30 kV)	0,015678	0,014733	0,010559	0,011786	0,012535	0,008879
6.1B (30 kV a 36 kV)	0,015678	0,012426	0,010005	0,011173	0,012139	0,008627
6.2 (36 kV a 72,5 kV)	0,016967	0,014731	0,010716	0,010965	0,011264	0,008395
6.3 (72,5 kV a 145 kV)	0,019326	0,015950	0,011343	0,011092	0,011221	0,008426
6.4 (Mayor o igual a 145 kV)	0,015678	0,011674	0,010005	0,010372	0,010805	0,008252

Tabla 8 Cargo transitorio por energía autoconsumida

- A partir del 1 de enero de 2016:

Peaje de acceso	Cargo transitorio por energía autoconsumida (€/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0 A (Pc ≤ 10 kW)	0,049033					
2.0 DHA (Pc ≤ 10 kW)	0,063141	0,008907				
2.0 DHS (Pc ≤ 10 kW)	0,063913	0,009405	0,008767			
2.1 A (10 < Pc ≤ 15 kW)	0,060728					
2.1 DHA (10 < Pc ≤ 15 kW)	0,074079	0,018282				
2.1 DHS (10 < Pc ≤ 15 kW)	0,074851	0,021301	0,014025			
3.0 A (Pc > 15 kW).....	0,029399	0,019334	0,011155			
3.1A(1 kV a 36 kV)	0,022656	0,015100	0,014197			
6.1A (1 kV a 30 kV).....	0,018849	0,016196	0,011534	0,012518	0,013267	0,008879
6.1B (30 kV a 36 kV)	0,018849	0,013890	0,010981	0,011905	0,012871	0,008627
6.2 (36 kV a 72,5 kV).....	0,020138	0,016194	0,011691	0,011696	0,011996	0,008395
6.3 (72,5 kV a 145 kV).....	0,022498	0,017414	0,012319	0,011824	0,011953	0,008426
6.4 (Mayor o igual a 145 kV).....	0,018849	0,013138	0,010981	0,011104	0,011537	0,008252

Tabla 9 Cargo transitorio por energía autoconsumida -

En este caso, aunque se trate de una potencia contratada inferior a 100 kW, la instalación proyectada se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2, ya que, en el caso de acogerse a la modalidad tipo 1, el titular de la instalación debería ser el mismo que el titular del contrato de suministro. Por otra parte, existe una gran cantidad de energía producida, durante los fines de semana y el periodo vacacional, que no puede ser auto-consumida de forma instantánea en su totalidad, por lo que se podrá verter a la red.

5.2 Análisis de diferentes alternativas

Se han simulado varias situaciones diferentes teniendo en cuenta el nivel de consumo del centro y de acuerdo al espacio disponible en cubierta. A continuación se resumen los resultados obtenidos en las mismas:

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	28,75	kWp
Potencia nominal	25,0	kWn
Consumo anual	87.271	kWh
Gasto anual	9.798,73	€
Producción solar	50.571	kWh
Producción solar	1.759	kWh/kWp
Autoconsumo	29.690	kWh
Autoconsumo	58,71%	
Inyección a red	20.882	kWh
Cobertura	34,02%	
Ahorro de emisiones	20,18	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,123672415	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,100647988	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	4.704,16	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	4.020,57	€/año
Inversión	48.556,25	€
Inversión	1,69	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	10,32	años
Amortización (con peaje de respaldo)	12,08	años

Tabla 10 Situación 1: 28,75 kWp

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	23,00	kWp
Potencia nominal	20,0	kWn
Consumo anual	87.271	kWh
Gasto anual	9.798,73	€
Producción solar	40.647	kWh
Producción solar	1.767	kWh/kWp
Autoconsumo	25.708	kWh
Autoconsumo	63,25%	
Inyección a red	14.940	kWh
Cobertura	29,46%	
Ahorro de emisiones	16,22	tn CO2

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Precio medio de autoconsumo	0,12381696	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,10074769	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	3.921,66	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	3.328,61	€/año
Inversión	39.960,00	€
Inversión	1,74	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	10,19	años
Amortización (con peaje de respaldo)	12,01	años

Tabla 11 Situación 2: 23,0 kWp

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	17,25	kWp
Potencia nominal	15,0	kWn
Consumo anual	87.271	kWh
Gasto anual	9.798,73	€
Producción solar	30.598	kWh
Producción solar	1.774	kWh/kWp
Autoconsumo	20.887	kWh
Autoconsumo	68,26%	
Inyección a red	9.711	kWh
Cobertura	23,93%	
Ahorro de emisiones	12,21	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,123825818	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,100757487	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	3.066,41	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	2.584,59	€/año
Inversión	33.117,50	€
Inversión	1,92	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	10,80	años
Amortización (con peaje de respaldo)	12,81	años

Tabla 12 Situación 3: 17,25 kWp

De acuerdo a estos resultados, las situaciones simuladas entrarían dentro de los parámetros del proyecto (si el periodo de explotación se estableciera en 15 años). Además, se ha considerado adecuado proponer esta actuación por el nivel de ahorro de emisiones de CO₂ alcanzado con la misma. Por otra parte, con un mantenimiento adecuado la instalación podría alcanzar una vida

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.03

útil de 40 años, asegurando unas pérdidas del rendimiento de los módulos fotovoltaicos por debajo del 20% al alcanzar el año 25 de vida útil.

En este caso se ha seleccionado la situación 1, con mejores resultados de rentabilidad, correspondiente con una potencia de **28,75 kWp**. En los siguientes apartados se expone de forma ampliada dicha situación.

5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos

A continuación se muestra un plano con la ubicación de los módulos fotovoltaicos.



Imagen 5 Ubicación de los módulos en cubierta

5.4 Simulación

La simulación se ha realizado mediante la aplicación de la herramienta PVSyst 6.37. A continuación se muestra el diagrama de pérdidas y los resultados de la propia simulación:

PVSYST V6.37	10/03/16	Página 1/4
--------------	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

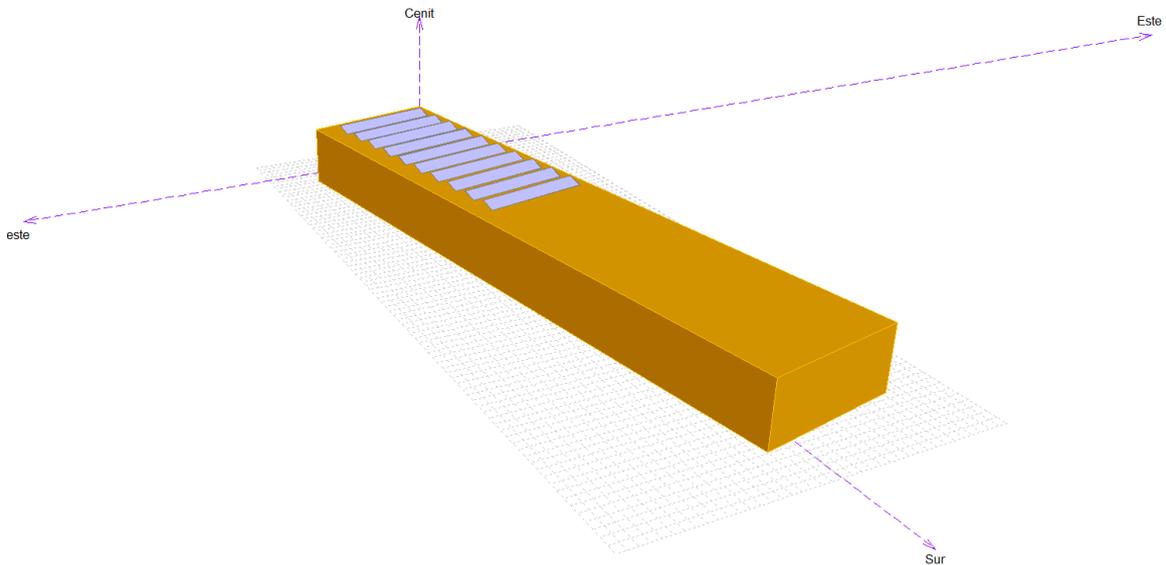
Proyecto :		MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN	
Lugar geográfico	Marbella	País	España
Ubicación	Latitud	36.5°N	Longitud
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud
	Albedo	0.20	14 m
Datos climatológicos:	Marbella	Síntesis - Meteonorm 7.1 (1996-2010), Sat=92%	
Variante de simulación :		MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp	
	Fecha de simulación	10/03/16 17h01	
Parámetros de la simulación			
Orientación Plano Receptor	Inclinación	20°	Acimut
			-10°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso
			Erbs, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)	
Características generador FV			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	REC 250PE
		Fabricante	REC
Número de módulos FV	En serie	23 módulos	En paralelo
Nº total de módulos FV	Nº módulos	115	Pnom unitaria
Potencia global generador	Nominal (STC)	28.75 kWp	En cond. funciona.
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	627 V	I mpp
Superficie total	Superficie módulos	190 m²	Superf. célula
			168 m²
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30	
	Fabricante	SMA	
Características	Tensión Funciona.	390-800 V	Pnom unitaria
			25.0 kWac
Banco de inversores	Nº de inversores	1 unidades	Potencia total
			25 kWac
Factores de pérdida Generador FV			
Pérdidas por polvo y suciedad del generador		Fracción de Pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	16.5 W/m²K	Uv (viento)
			2.5 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	251 mOhm	Fracción de Pérdidas
			1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas
			0.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas
			1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo
			0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)			

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN
Variante de simulación : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)	
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut -10°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	115	Pnom total 28.75 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30	
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	25.00 kW ac	

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



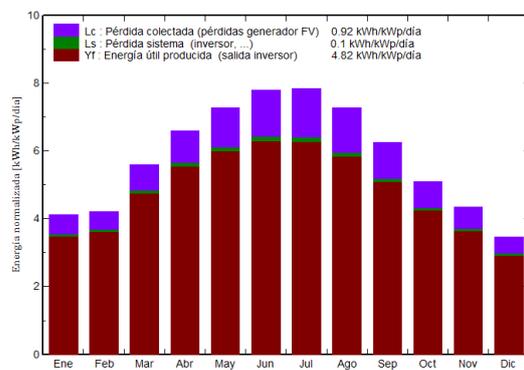
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN
Variante de simulación : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp

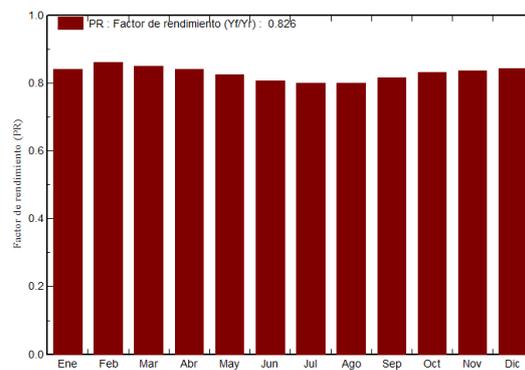
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Sombras cercanas	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)		
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut	-10°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom	250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	115	Pnom total	28.75 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30		25.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Resultados principales de la simulación
Producción del Sistema **Energía producida 50.57 MWh/año** Producc. específico 1759 kWh/kWp/año
Factor de rendimiento (PR) 82.6 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 28.75 kWp



Factor de rendimiento (PR)



MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp
Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
Enero	88.7	10.86	128.1	118.3	3.164	3.102	13.02	12.76
Febrero	92.5	12.36	117.7	109.0	2.974	2.913	13.32	13.04
Marzo	147.7	14.96	173.3	160.5	4.321	4.238	13.14	12.89
Abril	183.8	16.68	197.9	183.9	4.882	4.784	13.00	12.74
Mayo	224.4	20.25	225.8	209.8	5.466	5.357	12.75	12.50
Junio	238.9	23.68	234.0	217.8	5.547	5.436	12.49	12.24
Julio	245.7	25.96	243.4	226.9	5.720	5.607	12.38	12.14
Agosto	214.8	25.92	225.9	210.4	5.308	5.203	12.39	12.14
Septiembre	164.6	22.40	187.5	174.5	4.486	4.398	12.61	12.36
Octubre	126.1	19.00	158.2	146.7	3.862	3.789	12.87	12.62
Noviembre	92.7	14.49	130.5	120.8	3.203	3.138	12.93	12.67
Diciembre	74.3	12.05	107.5	98.8	2.660	2.607	13.04	12.77
Año	1894.1	18.25	2130.0	1977.3	51.593	50.571	12.77	12.51

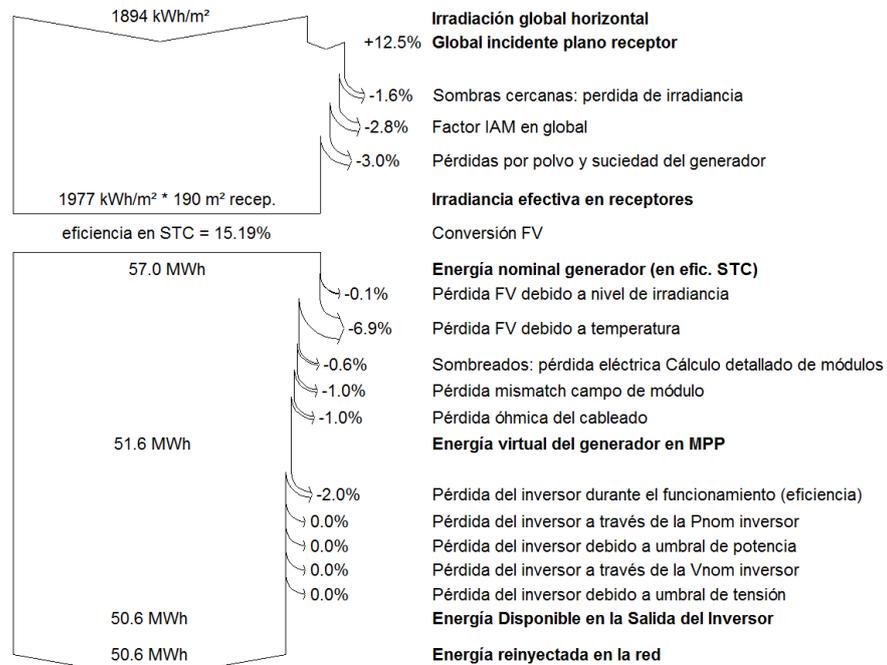
Legendas: GlobHor Irradiación global horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
GlobInc Global incidente plano receptor EffArrR Eficiencia Esal campo/superficie bruta
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados EffSysR Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN
Variante de simulación : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculations	(acc. to module layout)	
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut -10°
Módulos FV	Modelo	REC 250PE	Pnom 250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	115	Pnom total 28.75 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 25000TL-30	25.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN

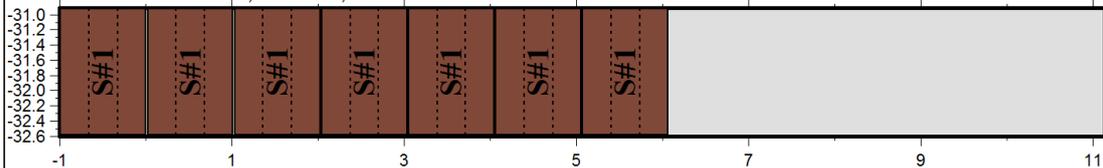
Variante de simulación : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp

Características generador FV

Módulo FV	Si-poly	Modelo	REC 250PE	Size	0.991 x 1.665 m ²
Utiliza el modelo Sandia		Fabricante		En paralelo	5 cadenas
Número de módulos FV		En serie	23 módulos		

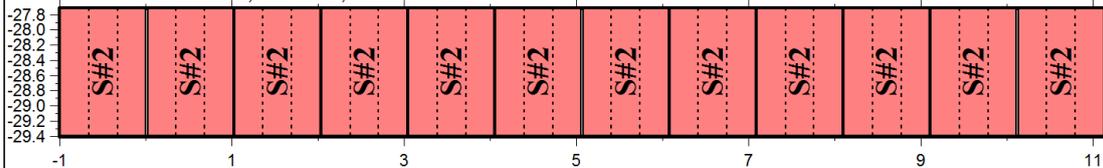
Campo en ramas, rama#1

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -10.0°



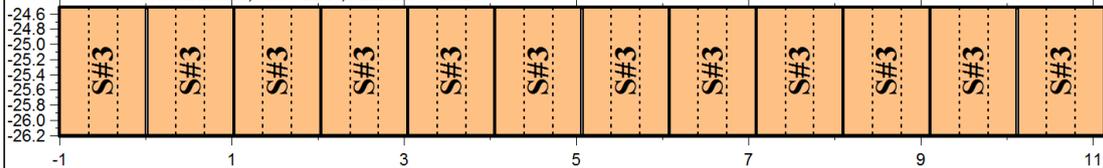
Campo en ramas, rama#2

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -10.0°



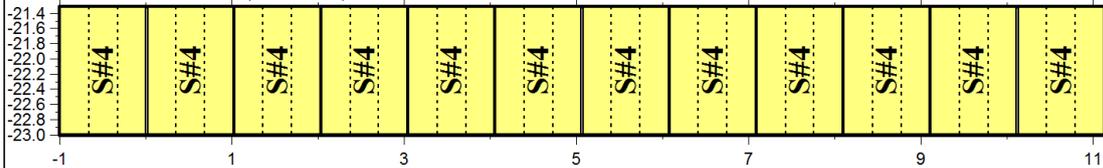
Campo en ramas, rama#3

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -10.0°



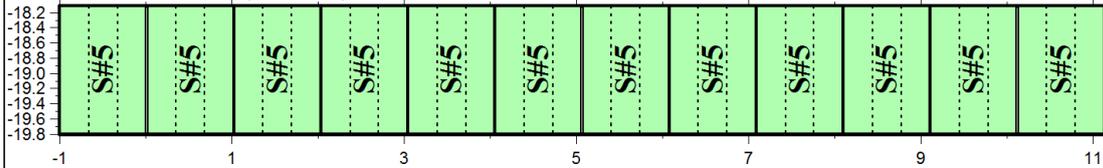
Campo en ramas, rama#4

Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -10.0°



Campo en ramas, rama#5

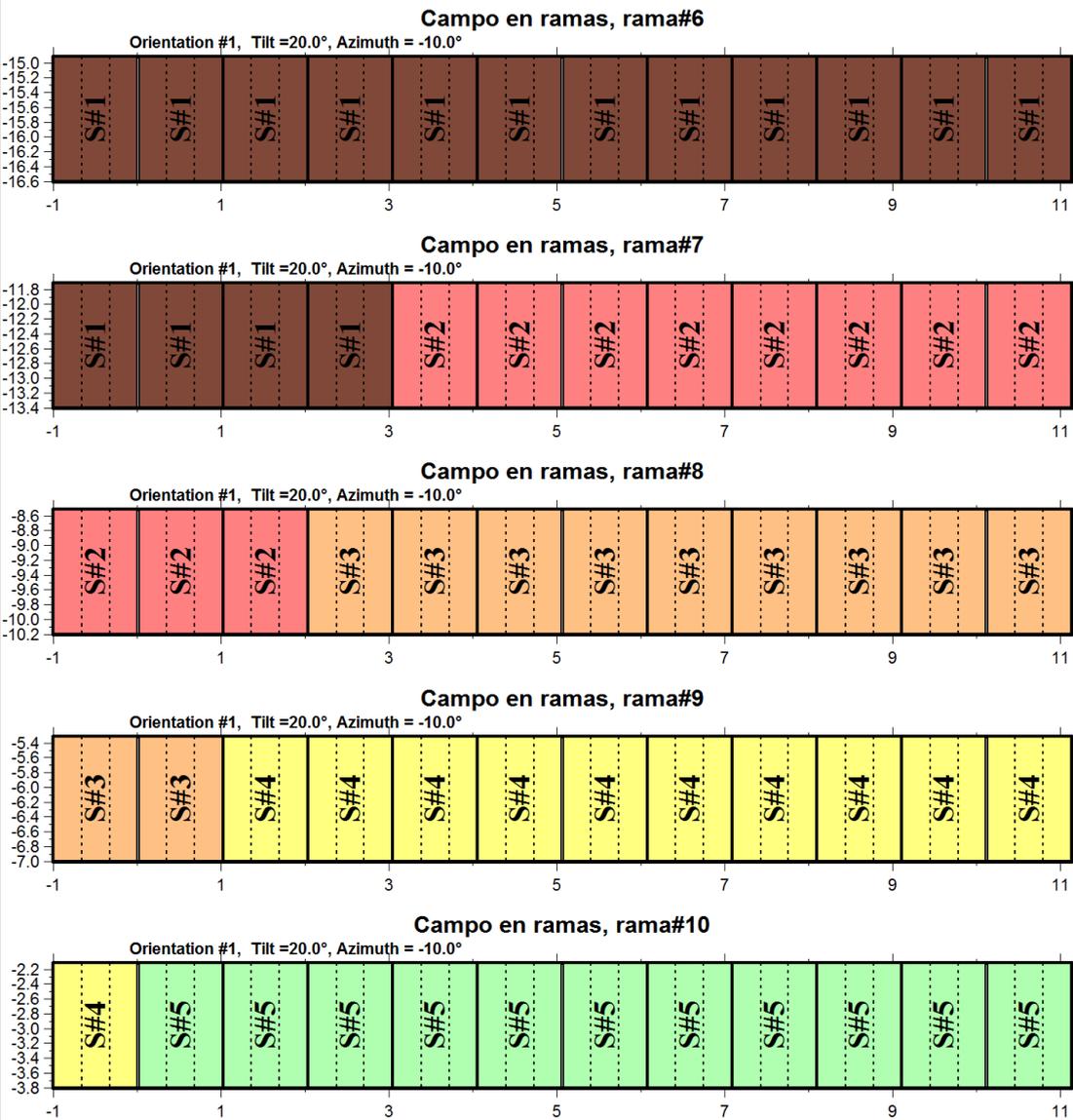
Orientation #1, Tilt =20.0°, Azimuth = -10.0°



Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

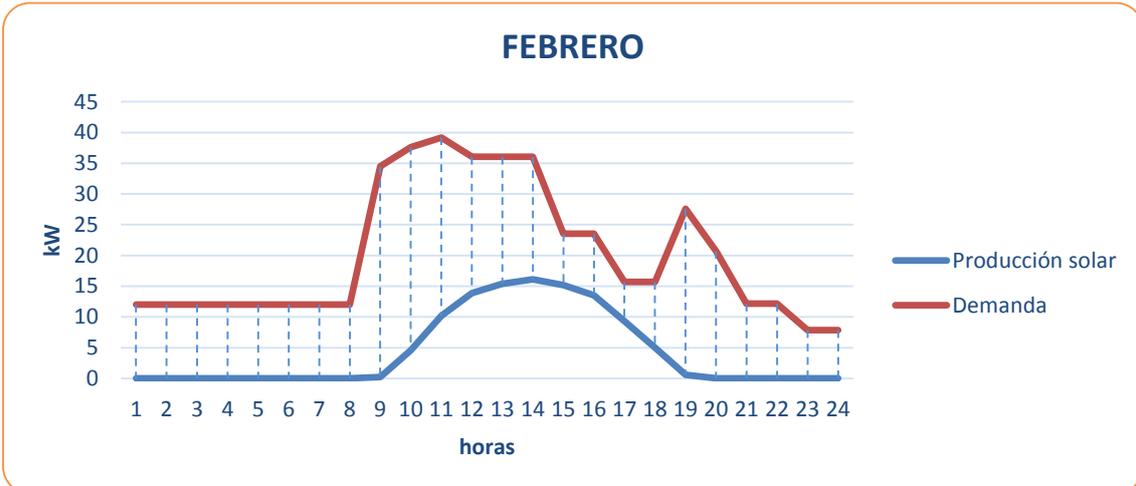
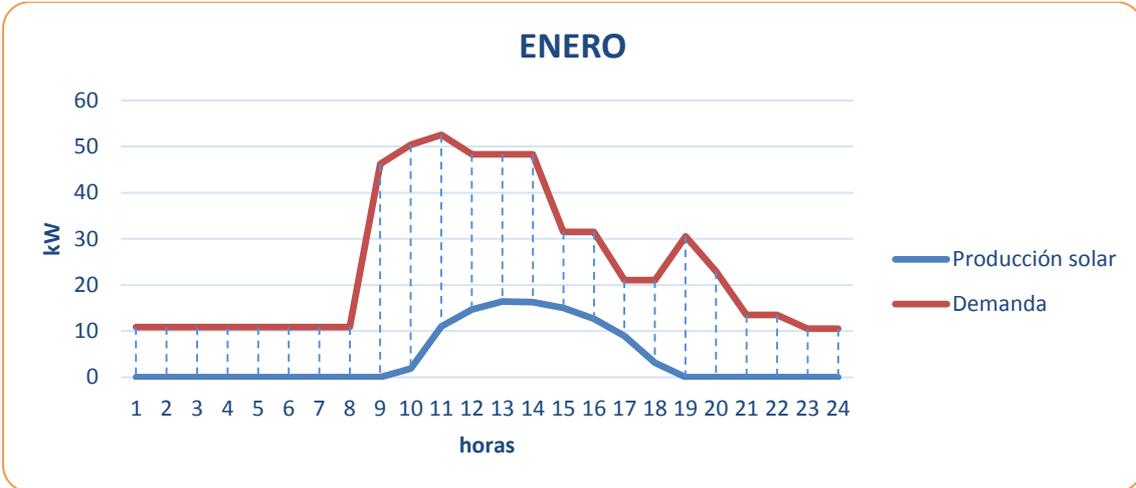
Proyecto : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN

Variante de simulación : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp

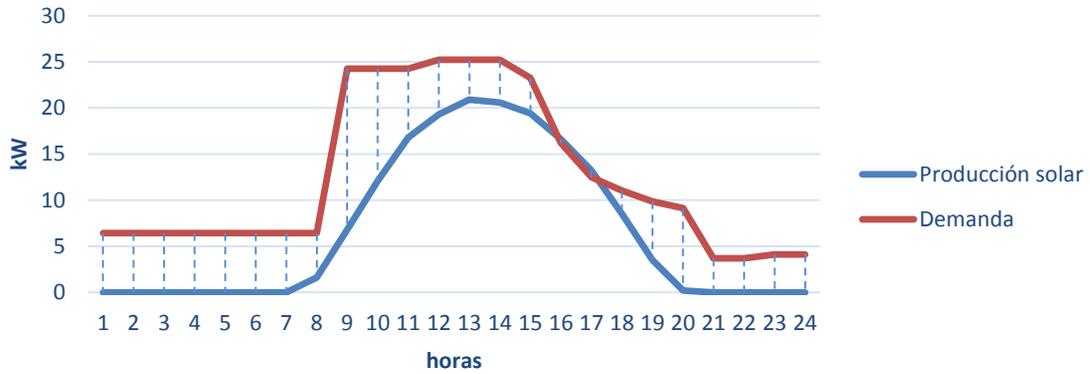


5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV

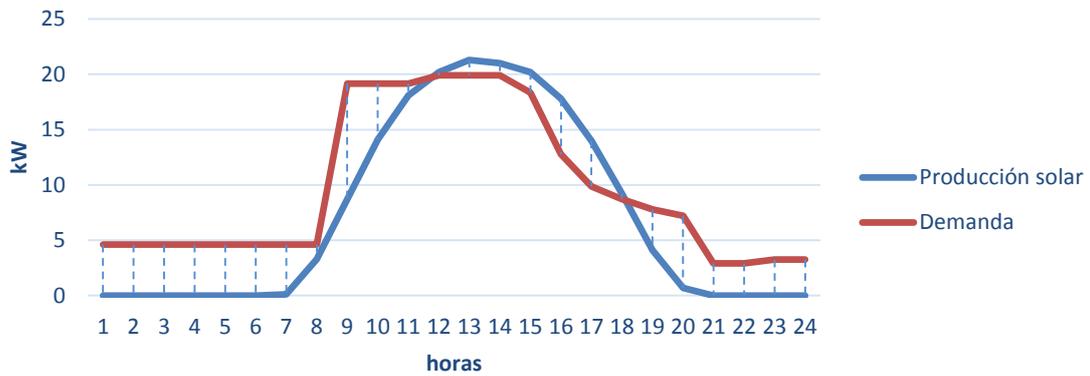
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:



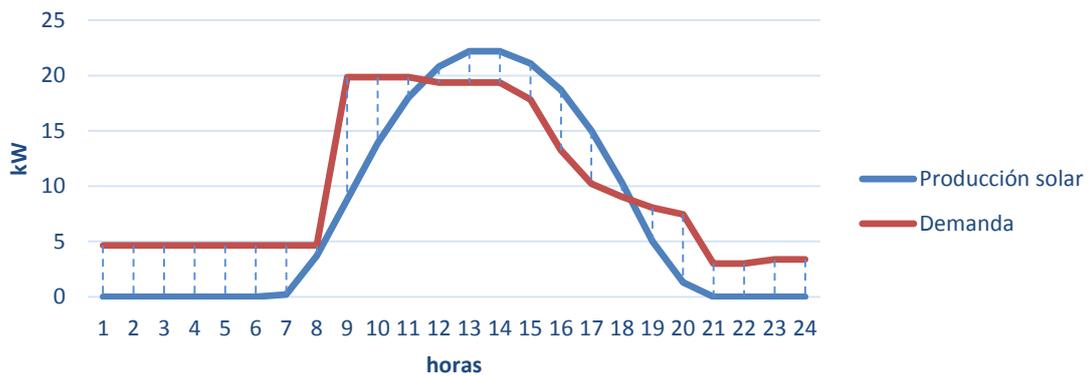
ABRIL

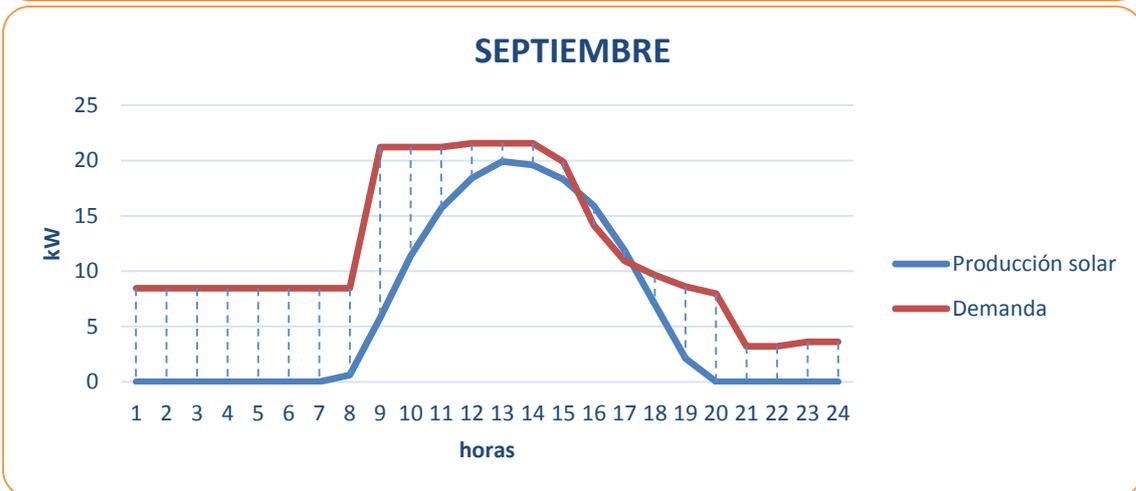
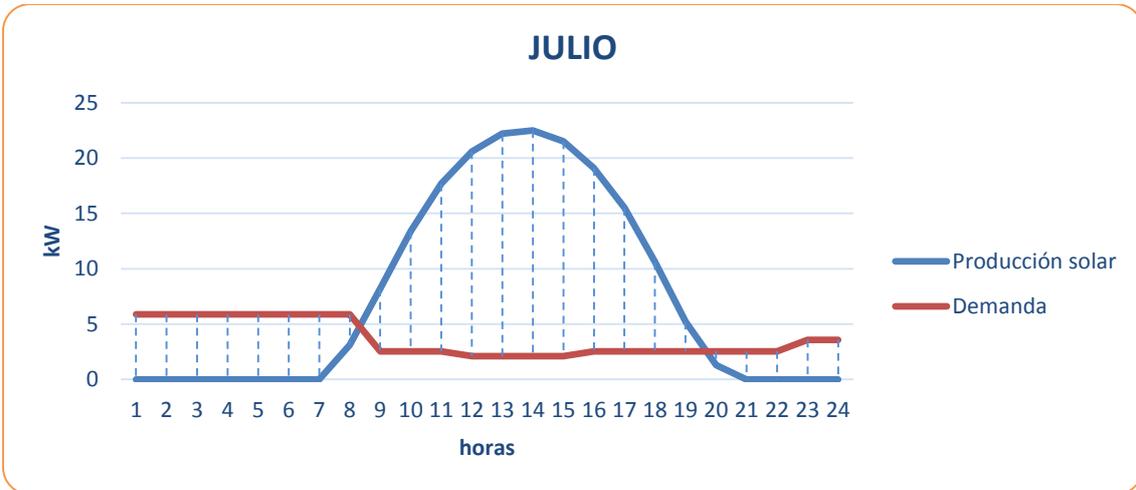


MAYO

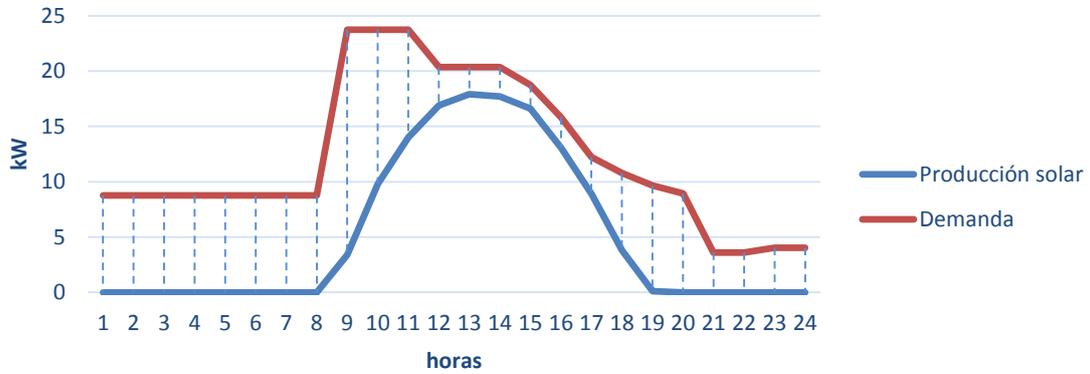


JUNIO

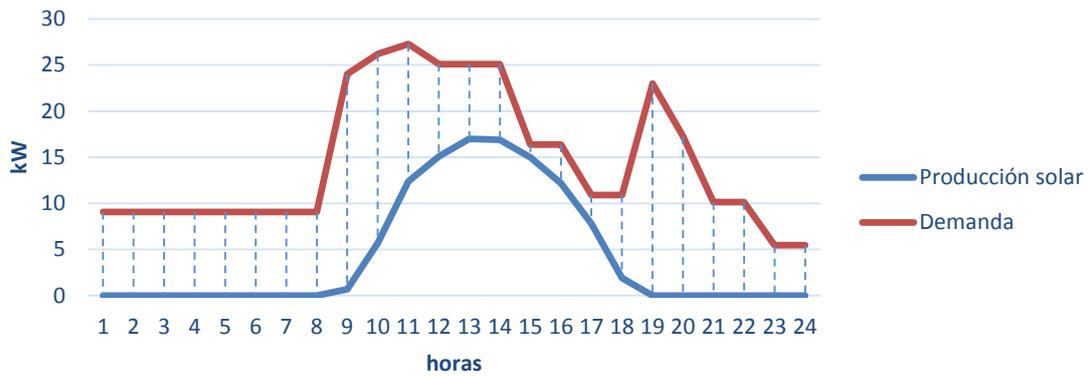




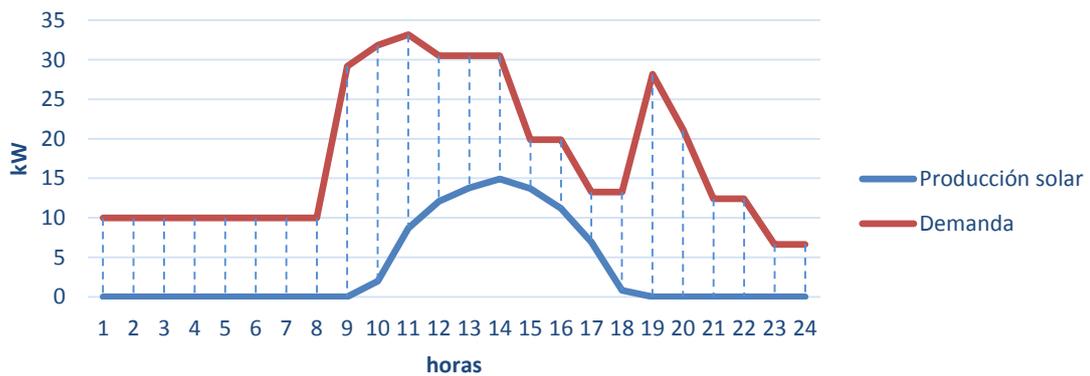
OCTUBRE



NOVIEMBRE



DICIEMBRE



5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica

En la siguiente tabla se muestran los resultados de autoconsumo y cobertura obtenidos:

	Consumo actual (kWh)	Producción FV (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Autoconsumo (%)	Inyección a red (kWh)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)
Enero	13.344	3.102	2.463	79,41%	639	20,59%	18,46%
Febrero	11.560	2.914	2.657	91,19%	257	8,81%	22,98%
Marzo	8.134	4.238	3.058	72,17%	1.180	27,83%	37,60%
Abril	6.243	4.784	3.002	62,74%	1.782	37,26%	48,08%
Mayo	5.306	5.357	3.257	60,80%	2.100	39,20%	61,38%
Junio	4.456	5.436	2.733	50,28%	2.702	49,72%	61,34%
Julio	2.725	5.607	947	16,90%	4.659	83,10%	34,77%
Agosto	3.352	5.203	1.184	22,76%	4.019	77,24%	35,33%
Septiembre	6.153	4.398	2.748	62,49%	1.650	37,51%	44,66%
Octubre	7.920	3.789	3.104	81,93%	685	18,07%	39,19%
Noviembre	8.727	3.138	2.585	82,37%	553	17,63%	29,62%
Diciembre	9.351	2.607	1.951	74,84%	656	25,16%	20,86%
TOTAL	87.271,0	50.571,0	29.689,5	58,71%	20.881,5	41,29%	34,02%

Tabla 13 Resumen – autoconsumo y cobertura

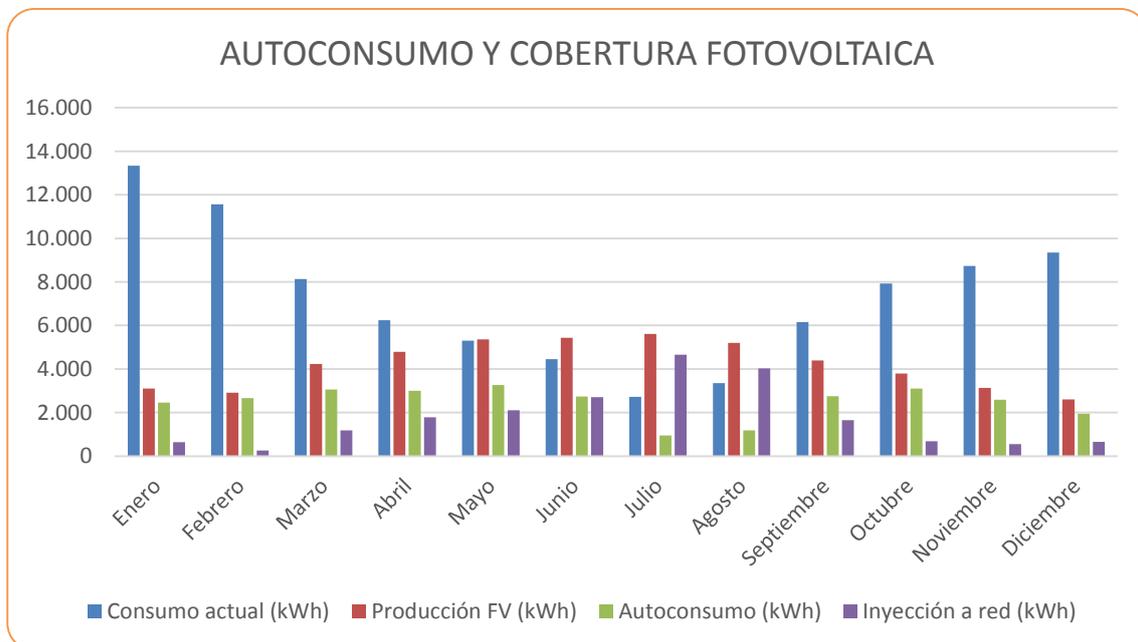


Gráfico 7 Resumen – autoconsumo y cobertura

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.03

6. ANÁLISIS ENERGETICO Y ECONÓMICO

6.1 Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para valorar la implantación de la instalación se ha solicitado valoración económica a los principales fabricantes e instaladoras con el fin de obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio del material como la mano de obra, ingeniería y tramitaciones, dirección de obra y puesta en marcha.

INGENIERÍA Y TRAMITACIONES	
INGENIERÍA Y TRAMITACIONES	* Proyecto visado y gestión de los permisos con el ayuntamiento y administración.
MATERIAL FOTOVOLTAICO	
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	* 28.750 Wp de paneles fotovoltaicos de silicio cristalino marca REC, ATERSA o similar.
INVERSORES	* 1 INVERSOR DE 25,0 kWn marca SMA o similar.
EJECUCIÓN OBRA	
ESTRUCTURA	* Suministro y montaje de estructura.
MONTAJE DE MÓDULOS	* Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura.
MATERIAL ELÉCTRICO	* Cableado y material eléctrico necesario para la interconexión de los módulos fotovoltaicos entre sí, con inversores y hasta el punto de inyección a la red. * Caja de protecciones DC, incluidos fusibles de línea. * Caja de protecciones AC, incluidos magnetotérmico general trifásico y protecciones individuales de los inversores.
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	* Instalación eléctrica.
DIRECCIÓN DE OBRA Y PUESTA EN MARCHA	
DIRECCIÓN DE OBRA	Dirección de Obra Facultativa: * Dirección de obra visada. * Coordinación de Seguridad y Salud (libro de incidencias, acta de aprobación de PSS). * Certificado final de obra visado. * Dossier final de obra con la memoria de instalación y uso.
LEGALIZACIÓN	* Legalización como instalación generadora en baja tensión mediante OCA. * Entrega del proyecto a la distribuidora.
OTROS	
TELEMONITORIZACIÓN	* Cableado y extras para telemonitorización. * Instalación de módem para telemonitorizar la planta.
SEGURIDAD E IMPREVISTOS	* Partida de Seguridad y Salud. * Partida de alquiler de la maquinaria.
TOTAL	48.556,25 €

NOTAS:

1. Este presupuesto no incluye el coste de permiso de obras del Ayuntamiento.
2. En el momento de realizar la instalación, en función del mercado, se decidirán las marcas y modelos concretos del material, siempre con unas calidades similares o superiores a las mencionadas.
3. Los paneles fotovoltaicos tienen una garantía de producción de 25 años.

6.2 Estudio de ahorro energético y económico

A continuación se muestran los resultados alcanzados con la propuesta de implantación de energías renovables para generación eléctrica en el centro:

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	28,75	kWp
Potencia nominal	25,0	kWn
Consumo anual	87.271	kWh
Gasto anual	9.798,73	€
Producción solar	50.571	kWh
Producción solar	1.759	kWh/kWp
Autoconsumo	29.690	kWh
Autoconsumo	58,71%	
Inyección a red	20.882	kWh
Cobertura	34,02%	
Ahorro de emisiones	20,18	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,123672415	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,100647988	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	4.704,16	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	4.020,57	€/año
Inversión	48.556,25	€
Inversión	1,69	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	10,32	años
Amortización (con peaje de respaldo)	12,08	años

Tabla 14 Situación 1: 28,75 kWp

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyecc. Red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
50.571	58,71%	41,29%	34,02%	4.020,57	48.556,25	1,69	12,08	20,18

Tabla 15 Resumen de resultados

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. TERESA DE LEÓN	1306
		50
		Rev.03

Como se puede observar, la situación simulada entra dentro de los parámetros del proyecto (si el periodo de explotación se estableciera en 15 años). Además, se ha considerado adecuado proponer esta actuación por el nivel de ahorro de emisiones de CO₂ alcanzado con la misma. Por otra parte, con un mantenimiento adecuado la instalación podría alcanzar una vida útil de 40 años, asegurando unas pérdidas del rendimiento de los módulos fotovoltaicos por debajo del 20% al alcanzar el año 25 de vida útil.