



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: |
|  <p>Alberto Trueba Salas</p> |  <p>Inés Simón García</p> |

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

| | |
|---|-----------|
| 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 ENERGÉTICO 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.

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

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 m² | 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:

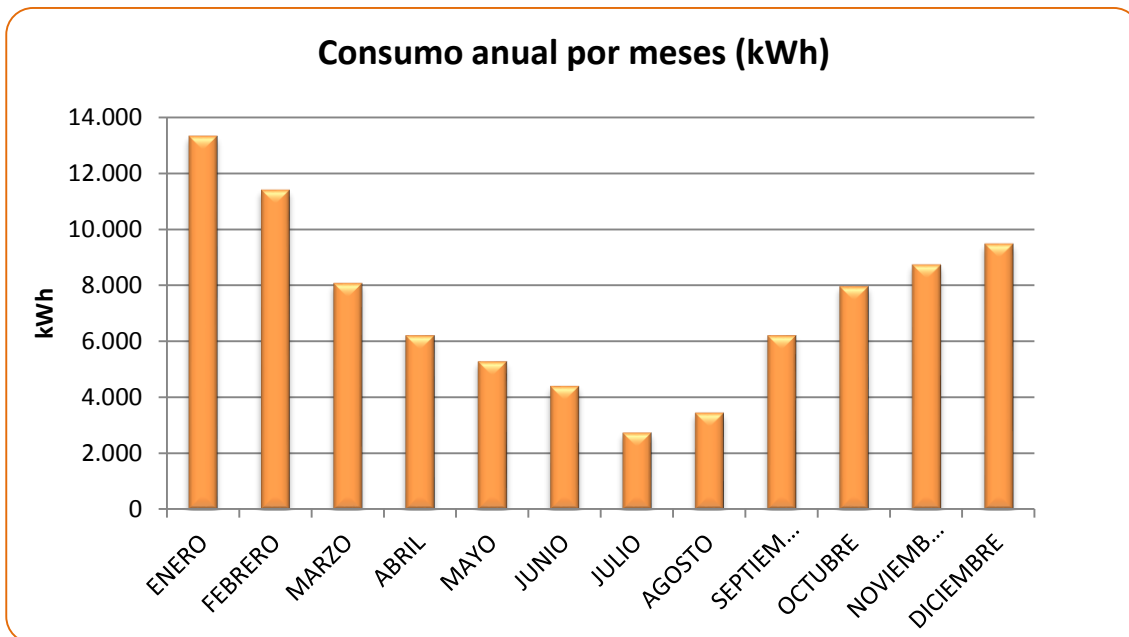


Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

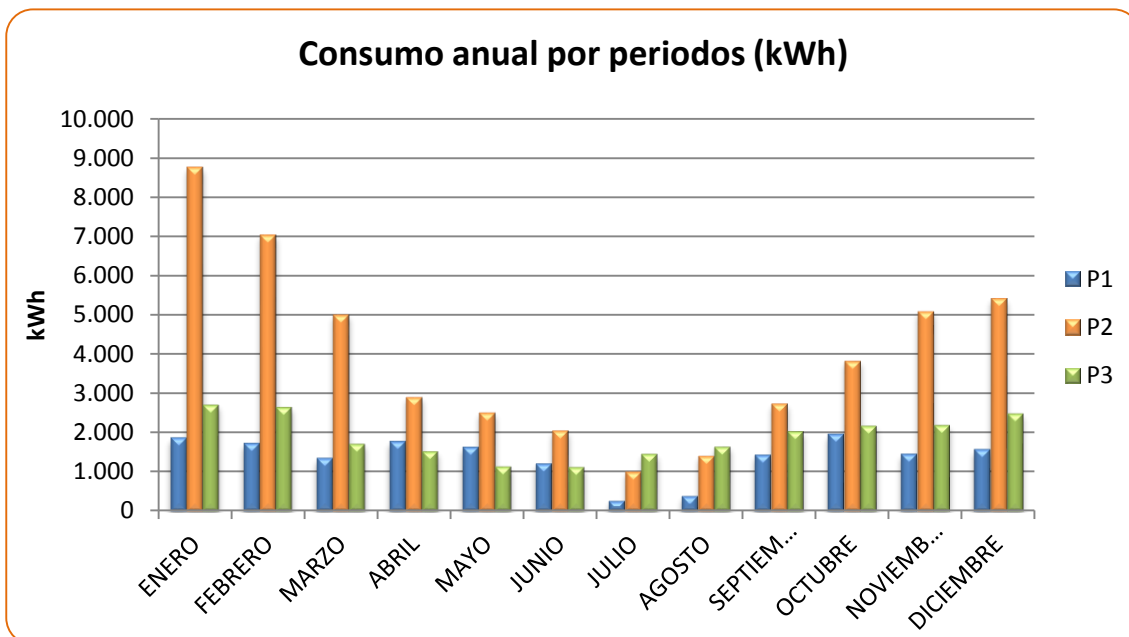


Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos

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

| | 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

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

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.

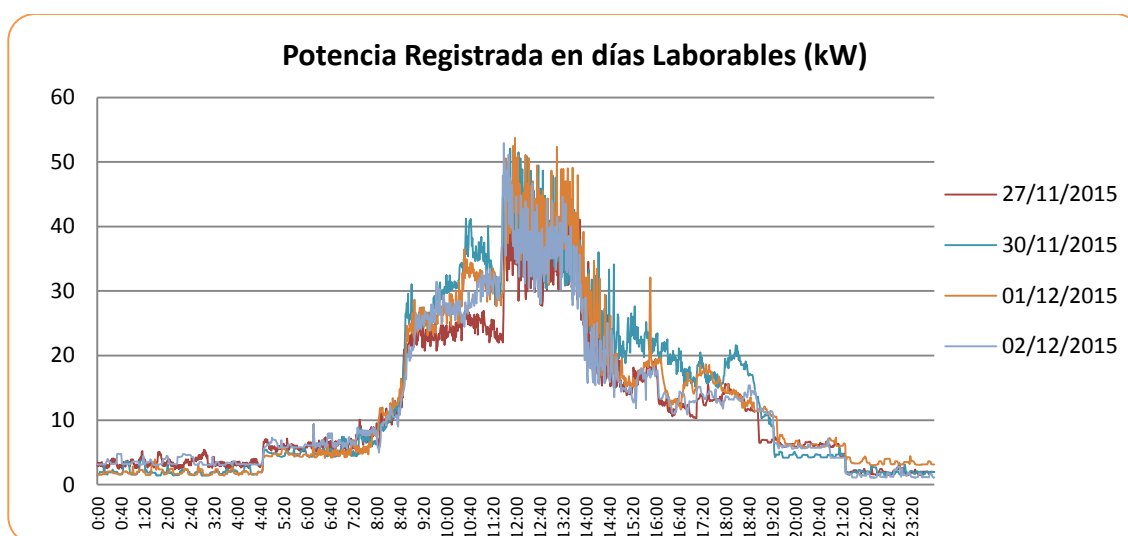


Gráfico 3 Potencia registrada en días lectivos

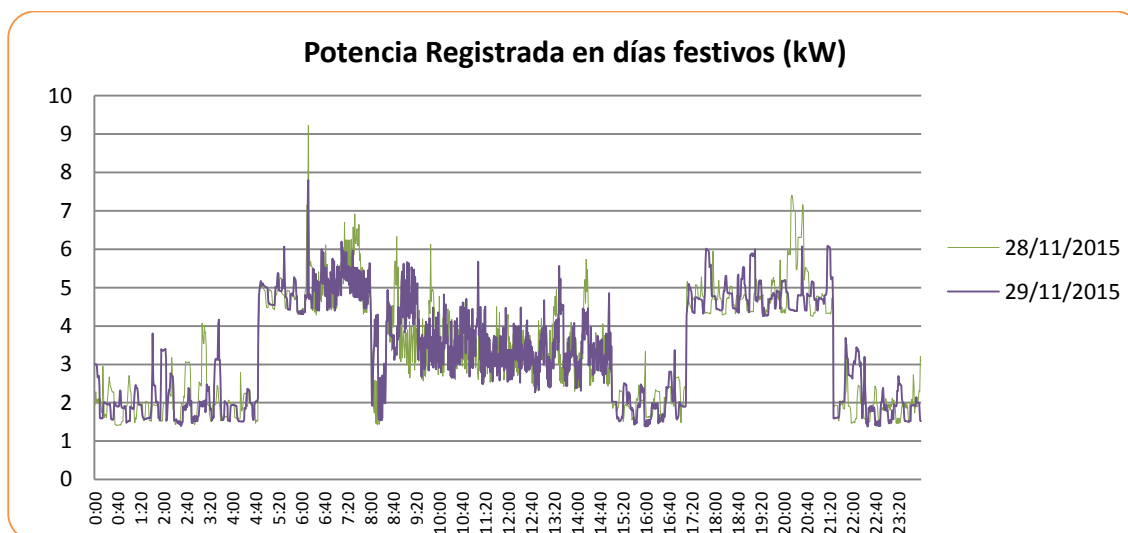


Gráfico 4 Potencia registrada en días festivos

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:

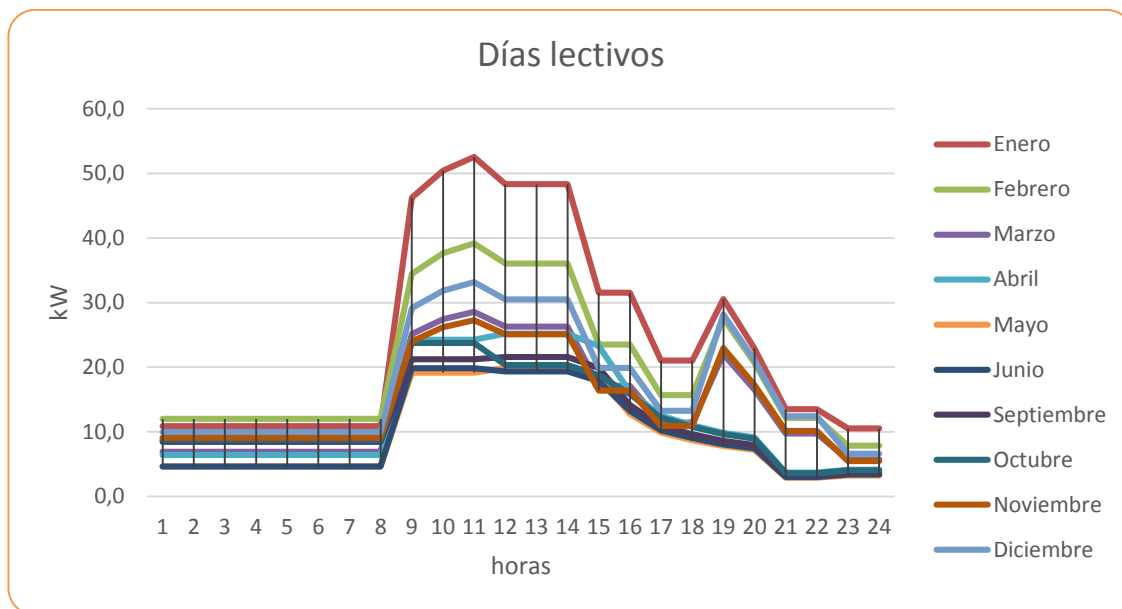


Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días lectivos

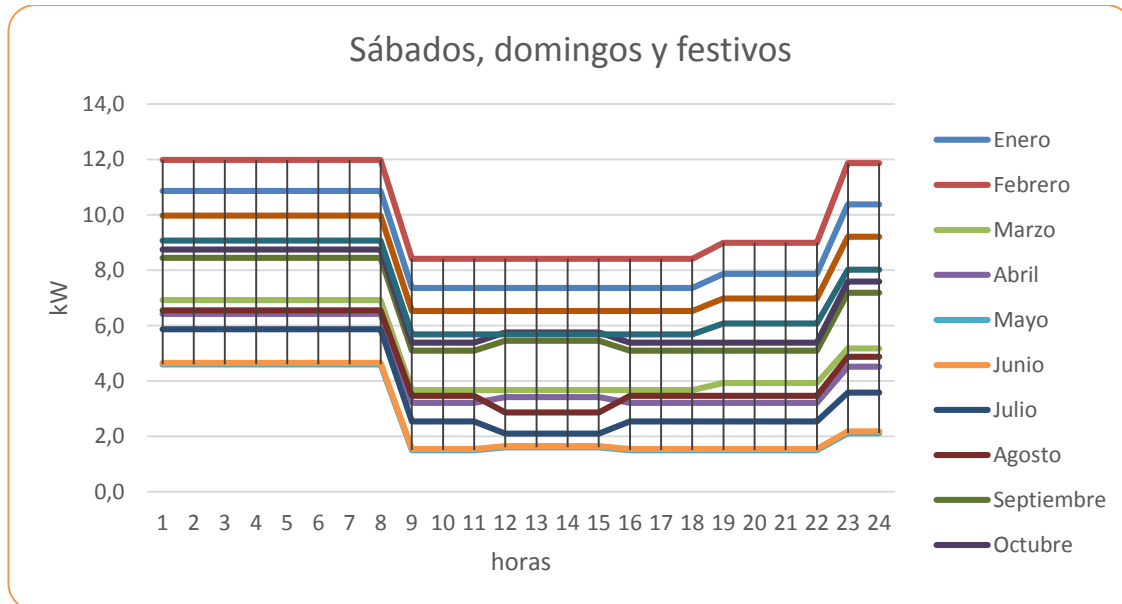


Gráfico 6 Perfil de funcionamiento – Sábados, domingos y festivos

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.

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

- 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 ($P_c \leq 10$ kW) | 8,989169 | | | | | |
| | 2.0 DHA ($P_c \leq 10$ kW) | 8,989169 | | | | | |
| | 2.0 DHS ($P_c \leq 10$ kW) | 8,989169 | | | | | |
| | 2.1 A ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 15,390453 | | | | | |
| | 2.1 DHA ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 15,390453 | | | | | |
| | 2.1 DHS ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 15,390453 | | | | | |
| | 3.0 A ($P_c > 15$ 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 ($P_c \leq 10$ kW) | 0,046750 | | | | | |
| 2.0 DHA ($P_c \leq 10$ kW) | 0,060789 | 0,008510 | | | | |
| 2.0 DHS ($P_c \leq 10$ kW) | 0,061561 | 0,008869 | 0,008449 | | | |
| 2.1 A ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 0,058445 | | | | | |
| 2.1 DHA ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 0,071727 | 0,017885 | | | | |
| 2.1 DHS ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 0,072498 | 0,020765 | 0,013707 | | | |
| 3.0 A ($P_c > 15$ 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

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

- 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 ($P_c \leq 10$ kW) | 0,049033 | | | | | |
| 2.0 DHA ($P_c \leq 10$ kW) | 0,063141 | 0,008907 | | | | |
| 2.0 DHS ($P_c \leq 10$ kW) | 0,063913 | 0,009405 | 0,008767 | | | |
| 2.1 A ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 0,060728 | | | | | |
| 2.1 DHA ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 0,074079 | 0,018282 | | | | |
| 2.1 DHS ($10 < P_c \leq 15$ kW) | 0,074851 | 0,021301 | 0,014025 | | | |
| 3.0 A ($P_c > 15$ 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.

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

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 |

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

| 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.

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

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:

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

| | | | | | | |
|---|--|--|---|----------------------|------------------|------------|
| 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 | 4.9°W | |
| Hora definido como | | Hora Legal | Huso hor. UT+1 | Altitud | 14 m | |
| | | Albedo | 0.20 | | | |
| 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 | 5 cadenas | |
| Nº total de módulos FV | | Nº módulos | 115 | Pnom unitaria | 250 Wp | |
| Potencia global generador | | Nominal (STC) | 28.75 kWp | En cond. funciona. | 25.94 kWp (50°C) | |
| Caract. funcionamiento del generador (50°C) | | V mpp | 627 V | I mpp | 41 A | |
| 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) | | | | |

PVSYST V6.37

10/03/16

Página 2/4

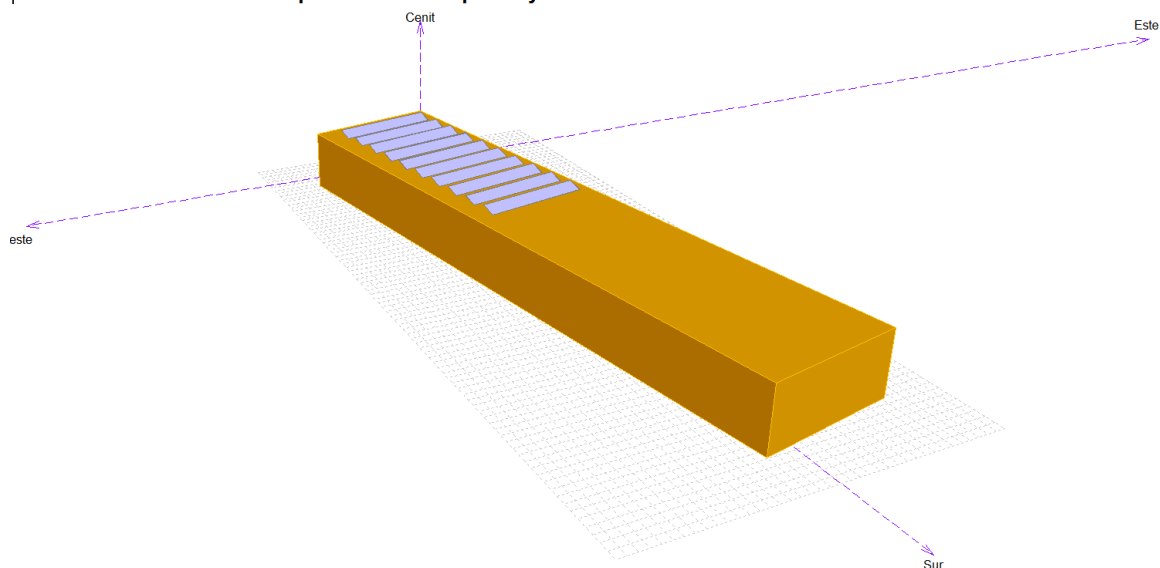
Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

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 | 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) | | |

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano



PVSYST V6.37

10/03/16

Página 3/4

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : **MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN**

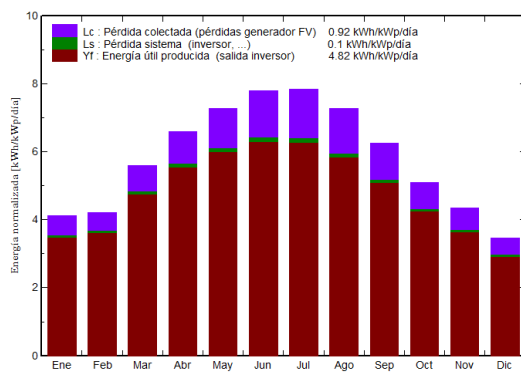
Variante de simulación : **MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp**

| 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) | |

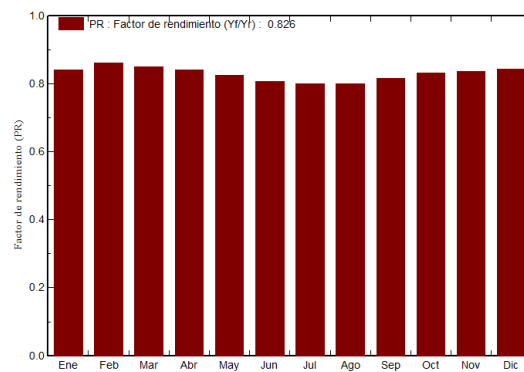
Resultados principales de la simulación

| | | | | |
|------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| Producción del Sistema | Energía producida | 50.57 MWh/año | Produc. 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 |

| | | | | |
|-----------|---------|--|---------|---|
| Leyendas: | 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 |

PVSYST V6.37

10/03/16

Página 4/4

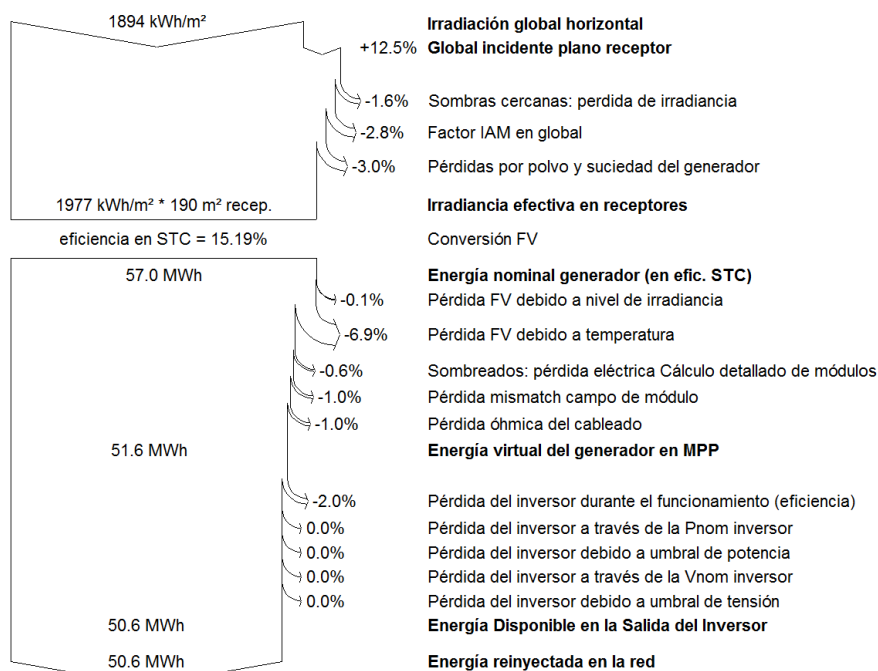
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

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



PVSYST V6.37

10/03/16

Página 1/2

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN

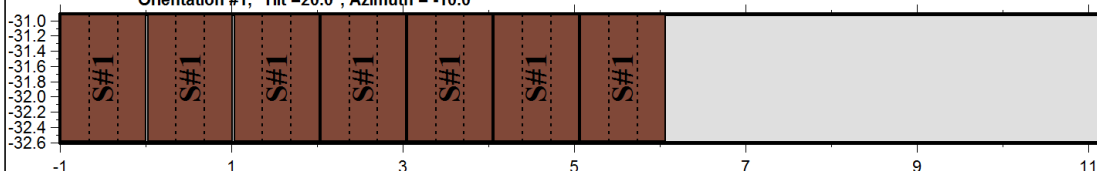
Variante de simulación : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN - 28,75 kWp

Características generador FV

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

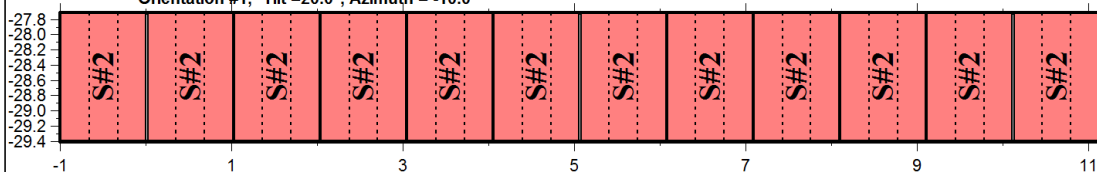
Campo en ramas, rama#1

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



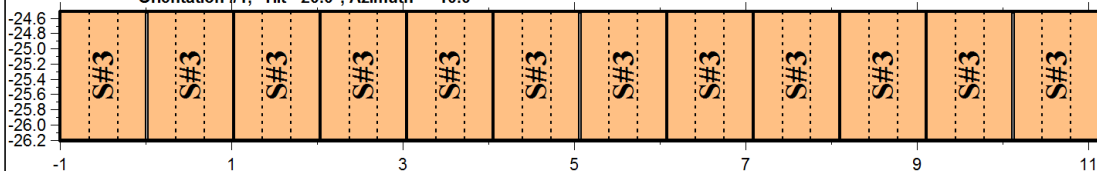
Campo en ramas, rama#2

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



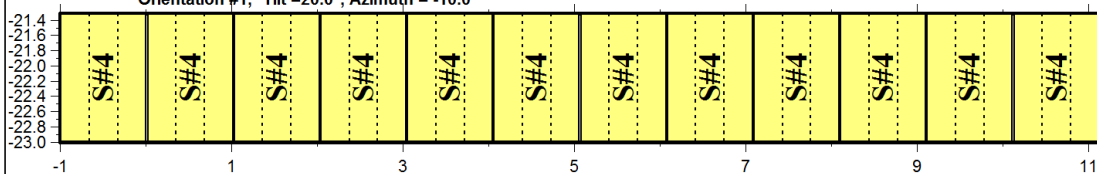
Campo en ramas, rama#3

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



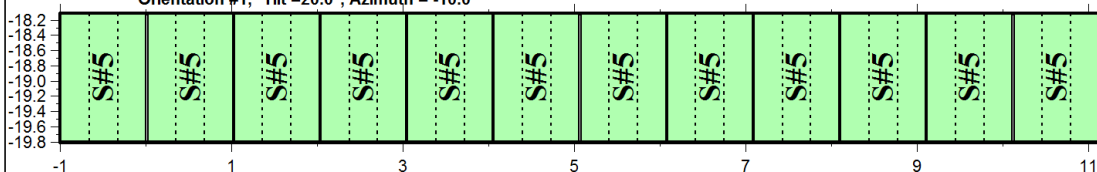
Campo en ramas, rama#4

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



Campo en ramas, rama#5

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



PVSYST V6.37

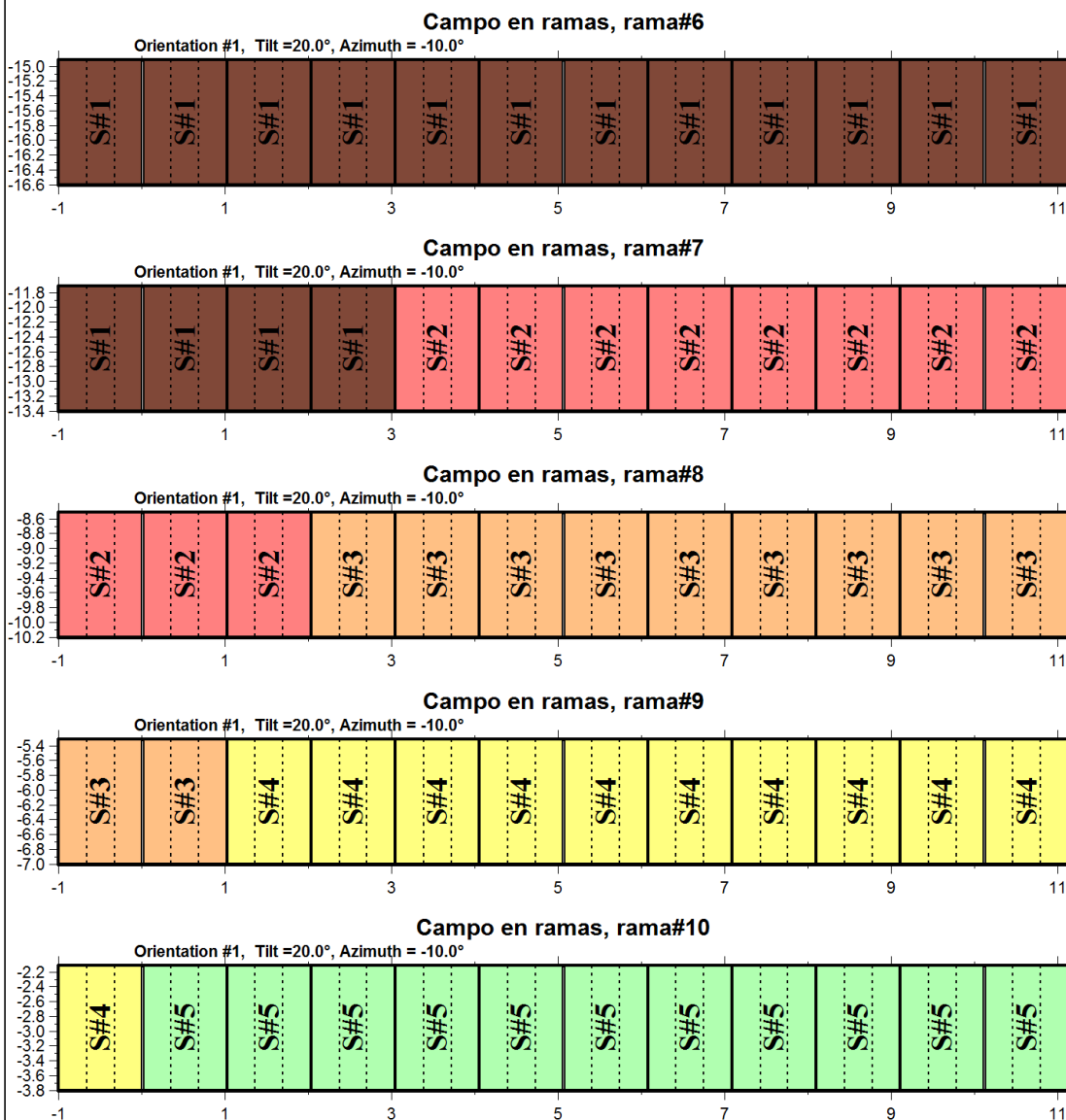
10/03/16

Página 2/2

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

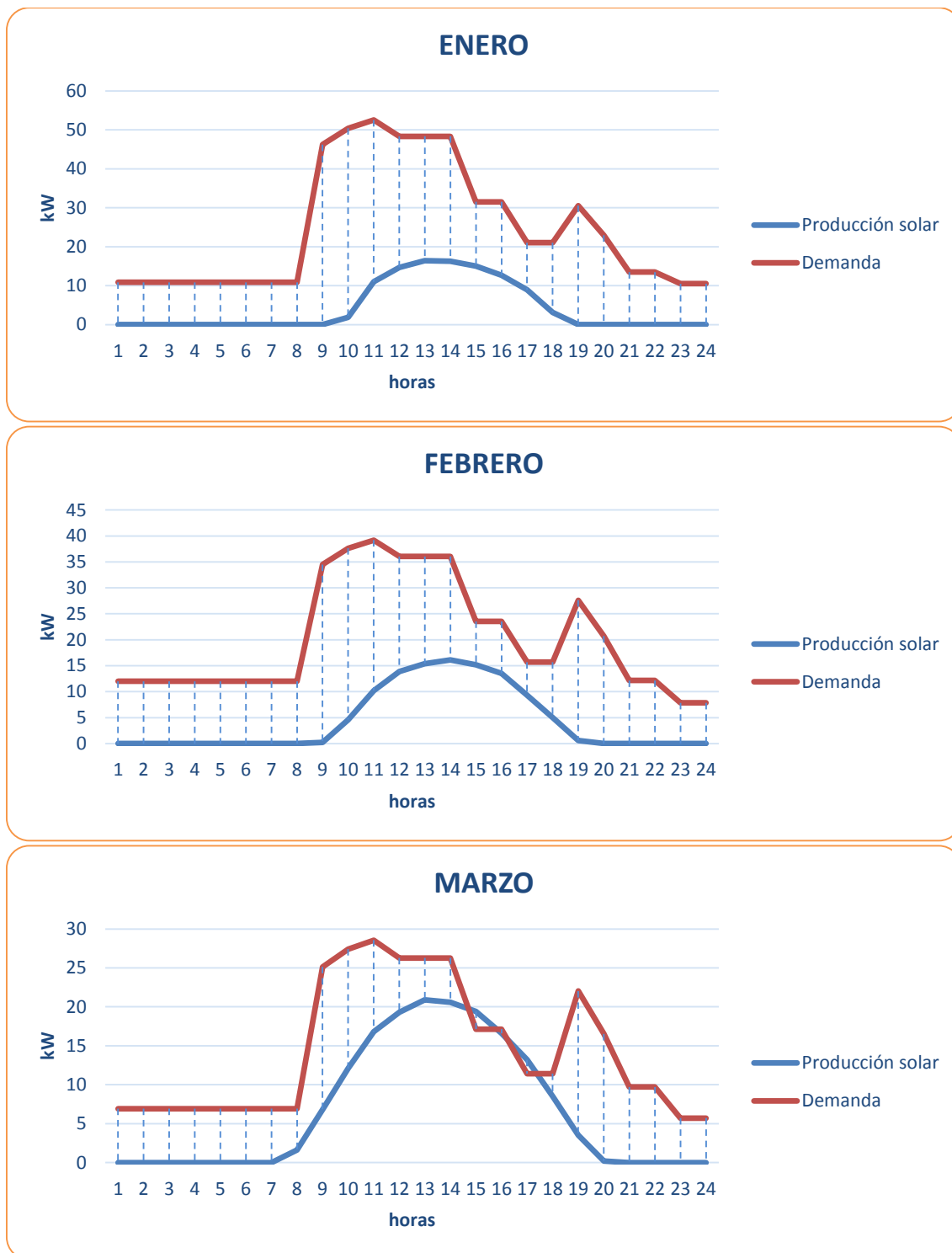
Proyecto : MARBELLA - 53 CEIP TERESA DE LEÓN

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

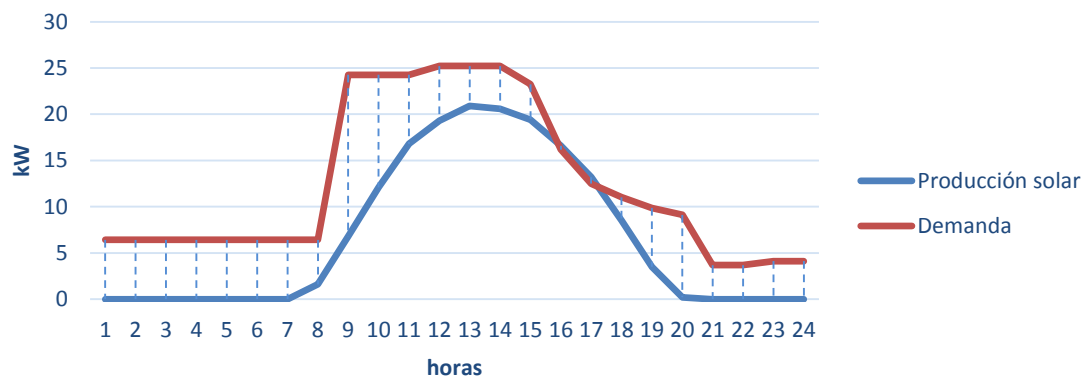


5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV

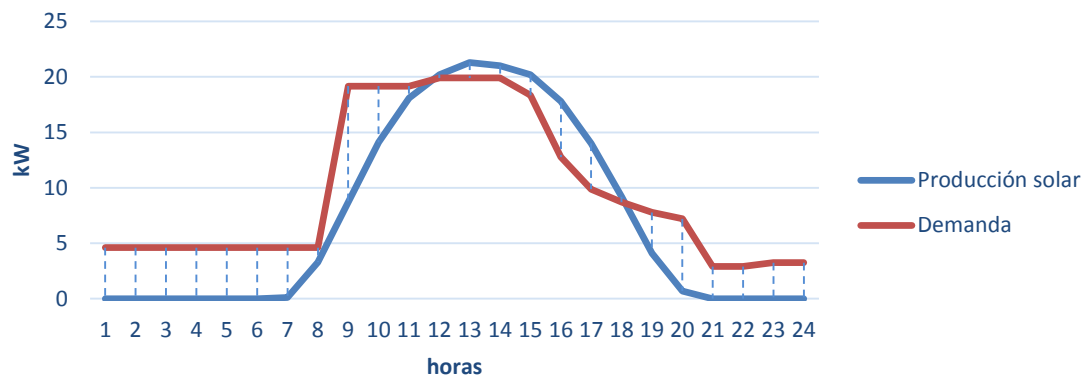
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:



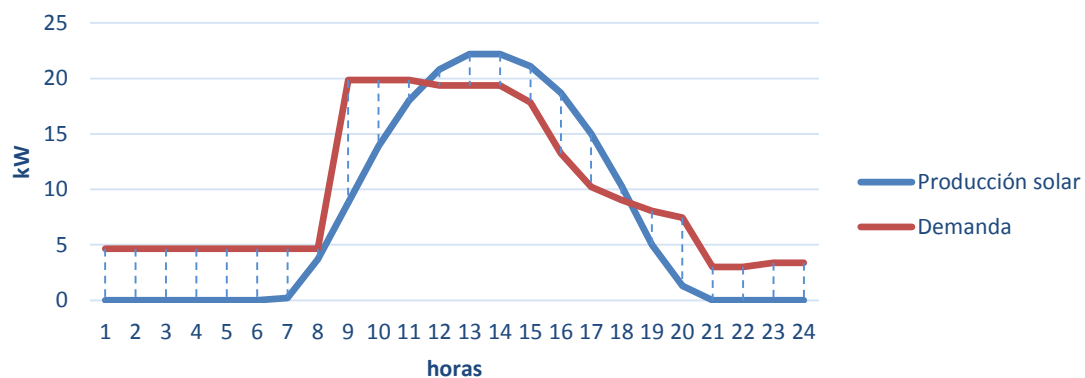
ABRIL



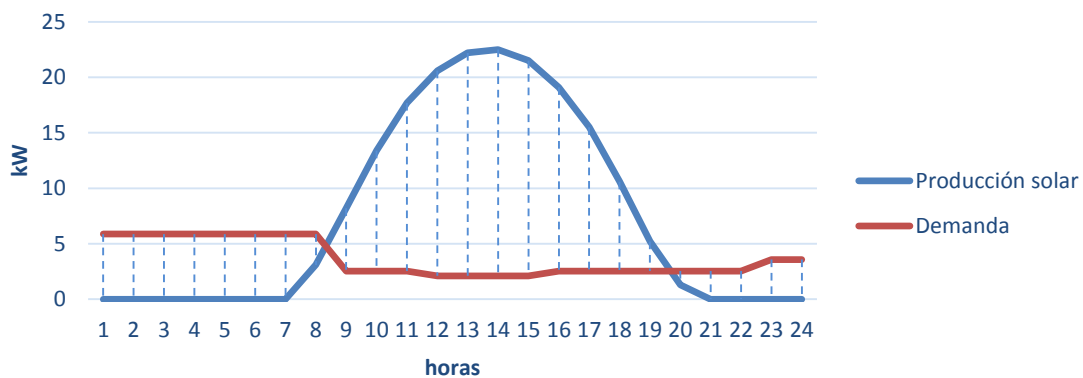
MAYO



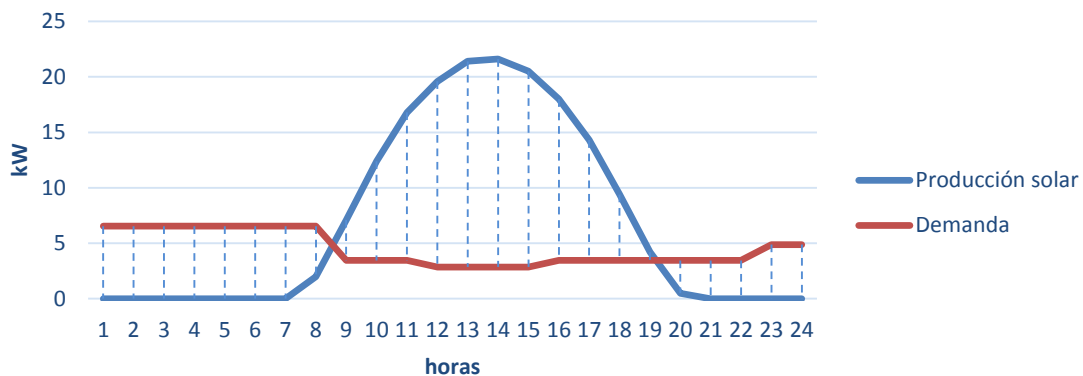
JUNIO



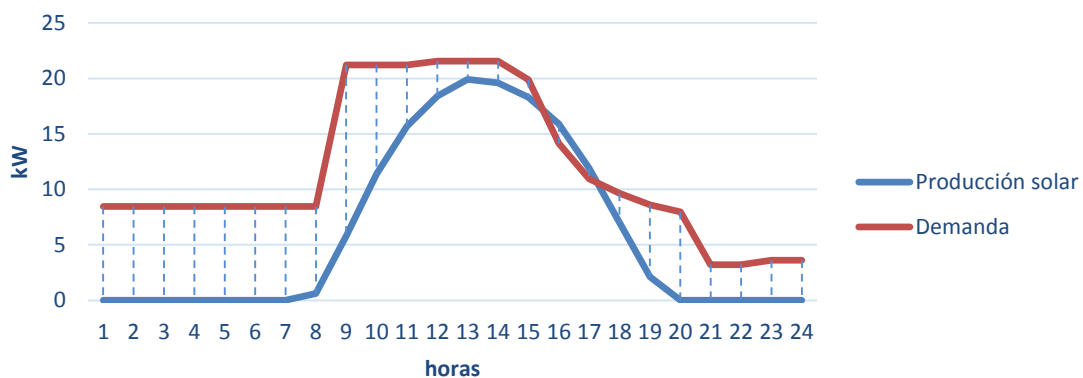
JULIO



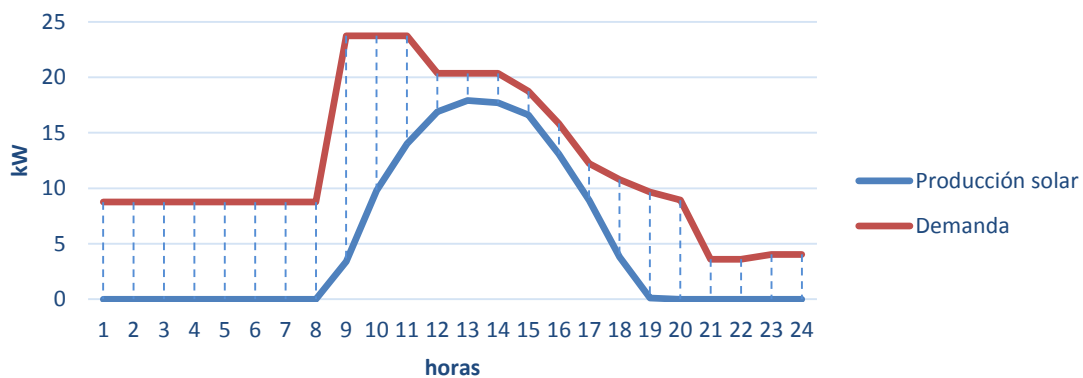
AGOSTO



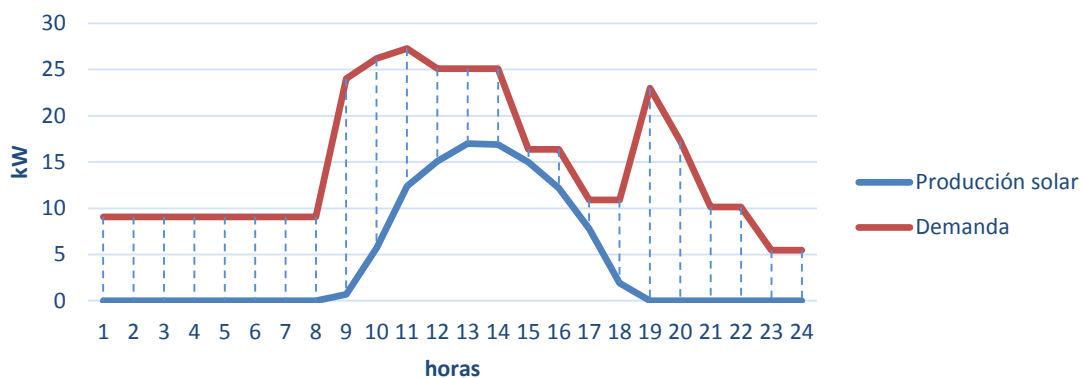
SEPTIEMBRE



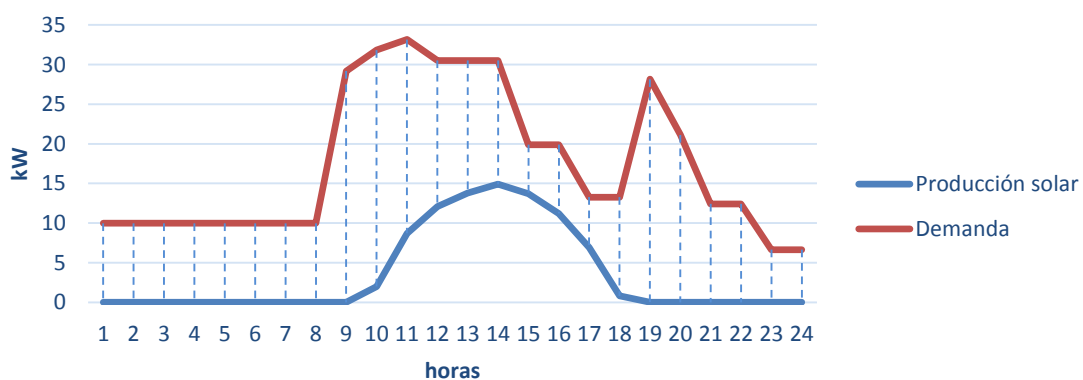
OCTUBRE



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

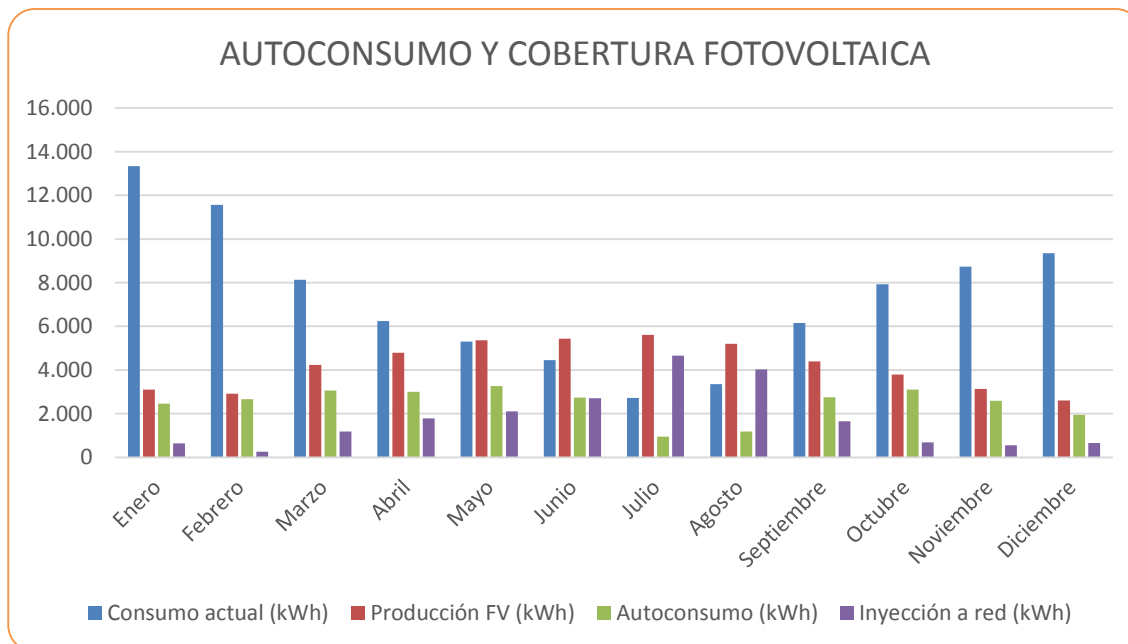


Gráfico 7 Resumen – autoconsumo y cobertura

| | | |
|---|--|---------------|
|  | 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 € | |

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

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.