

# Proyecto de instalación de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica

Ed.1.01 – Noviembre 2012

[aeg.solaria@gmail.com](mailto:aeg.solaria@gmail.com)

# Índice

Descripción de la actividad

Entorno/situación apropiada

Secuencia de pasos

- Análisis de facturas de luz

- Control de consumo

- Determinar emplazamiento de los paneles

- Determinar kit fotovoltaico apropiado

- Estimación de costes y ahorro

- Compra y recepción del kit fotovoltaico

- Instalación

- Operación y prueba inicial

- Análisis de rendimiento y comparación con estimación

- Posibilidades de monitorización por Web

- Posibilidades de ampliación

- Mantenimiento necesario

Bibliografía, enlaces Web, y dirección de contacto

Ideas para futuras enredeces...

# - Descripción de la actividad -

## **Objetivo:**

Instalación de un sistema fotovoltaico conectado a red en una casa unifamiliar.

## *Motivaciones:*

- \* Conocimiento práctico de la energía solar fotovoltaica
- \* Conseguir experiencia en instalaciones de este tipo
- \* Progresar hacia el autoconsumo
- \* Contacto con proveedores y tiendas del sector
- \* Reducir la factura de la luz

## *Limitaciones conocidas:*

\* Como particular el contacto con empresas del sector queda limitado a tiendas online (en Internet). No hay tiendas “físicas” que vendan estos productos, salvo ciertas “ofertas” que aparecen ocasionalmente en las grandes superficies. Esta limitación dificulta la introducción de un lego en estos temas... y hace más conveniente experiencias limitadas como la presente.

\* Hasta que no se apruebe la Ley de Autoconsumo (y asumiendo que realmente intente potenciar el autoconsumo y no frenarlo) no podrá obtenerse una reducción de la factura proporcional a la capacidad de generación instalada (ver más adelante). Ello aconseja limitar la presente experiencia a la instalación de uno o dos paneles como máximo.

# - Entorno/situación apropiada -

## ***Instalación apropiada para:***

Casa unifamiliar conectada a la red eléctrica. Con tejado o terraza orientada hacia el sur (si está en el hemisferio norte) y superficie disponible no tapada por sombras durante las horas centrales del día (de 9 a 17h +o-)

En otras situaciones seguro que hay otros tipos de soluciones fotovoltaicas mejor adaptadas.

Muy recomendable (hasta aprobación de futura ley de autoconsumo):

Tener instalado por parte de la compañía eléctrica un **contador de luz analógico**

(En el caso de disponer de una terraza o de un tejado plano, sin inclinación, hay que tener en cuenta que debe utilizarse una estructura que permita la inclinación de los paneles solares de forma que puedan colocarse formando un ángulo con el suelo plano similar a los grados de latitud a los que se encuentre la casa, ver bibliografía al respecto)

---

## ***Caso concreto (referenciada a lo largo del presente documento):***

Casa unifamiliar conectada a red eléctrica, con contador analógico, con tejado inclinado unos 18-20°, orientado hacia el sur (con una desviación, hacia el este, de unos 23°). Situado en provincia de Segovia (España) a unos 40° de latitud. Esta casa se utiliza como segunda residencia, normalmente solo los fines de semana.

## - Secuencia de pasos -

Se detalla a continuación la secuencia de pasos recomendados para todo el proceso de instalación del sistema.

Se considera una perspectiva amplia; desde el análisis de viabilidad inicial hasta el seguimiento y mantenimiento periodico del sistema instalado.

# - PASOS: Análisis de facturas de la luz -

## **Objetivo:**

Tener una idea clara del consumo de energía y su correspondiente coste. Para ello:

- 1) Recopilar las facturas de la luz de la casa de los últimos 12 meses
- 2) Sumar el total de los consumos → variable: consumoAnual
- 3) Multiplicar el consumo anual por el coste del kWh y añadirle el IVA → variable: costeAnual

*NOTA: Las medidas y cálculos se aplican para el periodo de un año para compensar las variaciones estacionales de cara a futura comparación y utilización de estos datos con las medidas de generación de energía fotovoltaica.*

---

## **Caso concreto:**

Cálculo de consumo y coste anual de energía eléctrica para la vivienda de referencia:

ConsumoAnual = 2200 kWh ;

CosteAnual = ( 2200 \* 0,1492 ) \* 1,21 = 397,17 €

(En el caso de referencia el coste por kWh en septiembre de 2012 es de 0,1492 €)

# - PASOS: Control de consumo (I) -

## **Objetivos:**

Disponer de datos de seguimiento de los consumos de energía, tanto a nivel global (para toda la casa) como para circuitos o aparatos concretos.

Determinar las necesidades energeticas en todo momento.

Adicionalmente puede servir para identificar “devoradores” de energía que puede convenir apagar o substituir.

## **Procedimiento:**

1) Adquirir un kit o sistema para monitorización de energia que permita la descarga de datos históricos o su consulta, y que disponga de al menos dos o tres sensores de medida.

2) Instalar de forma permanente uno de los sensores en la línea de entrada al cuadro eléctrico de la casa, y utilizar otro sensor para monitorizar el consumo de varios aparatos. Reservar un sensor para futura monitorización de la generación del sistema fotovoltaico.

3) Dejar que el sistema de monitorización acumule datos durante al menos varias semanas (obviamente mientras tanto se puede continuar con otros pasos de la secuencia :o)

## - PASOS: Control de consumo (II) -

4) Probar el proceso de consulta y/o descarga de datos históricos de consumo y almacenarlos en el formato que se estime más conveniente, y preparar scripts que permitan su representación gráfica.

---

### ***Caso concreto:***

Recomiendo este kit (hay más, pero es el único del cual tengo experiencia y me está resultando útil):

\* Current Cost EnviR (incluye una pinza amperimétrica y su transmisor, y un monitor que muestra los datos y los almacena)

Y como suplementos, muy recomendables, para dicho kit:

\* Cable de descarga de datos, para transferir los datos históricos al PC

\* Enchufe con sensor inalámbrico, que envía los datos medidos al monitor EnviR (se recomienda comprar al menos una unidad -al monitor se le pueden conectar hasta 10 sensores-)

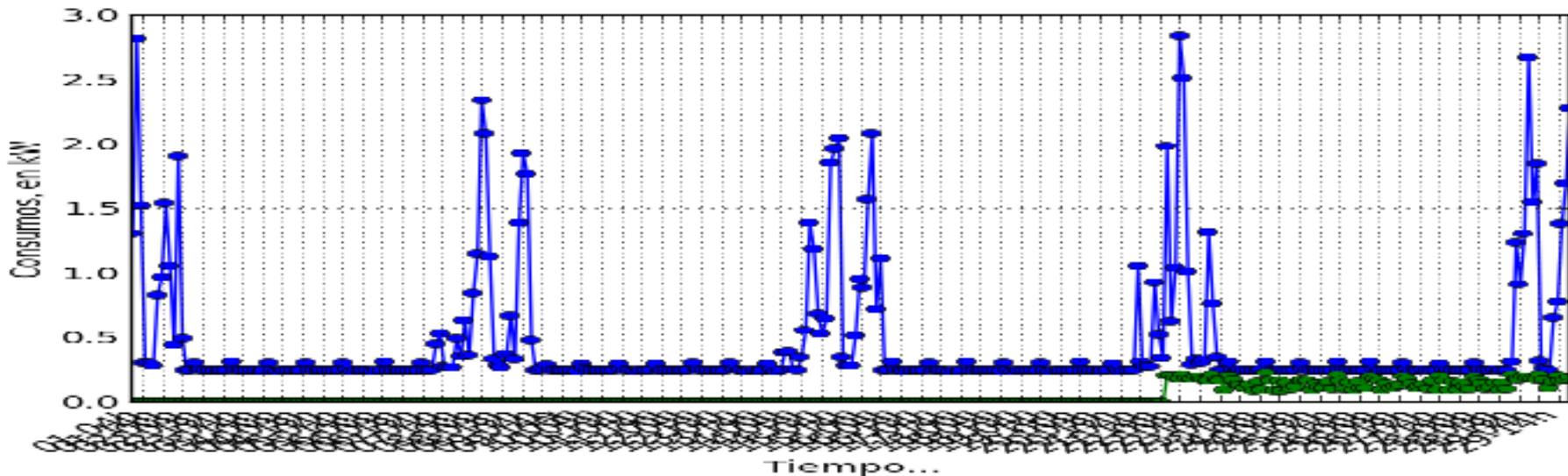
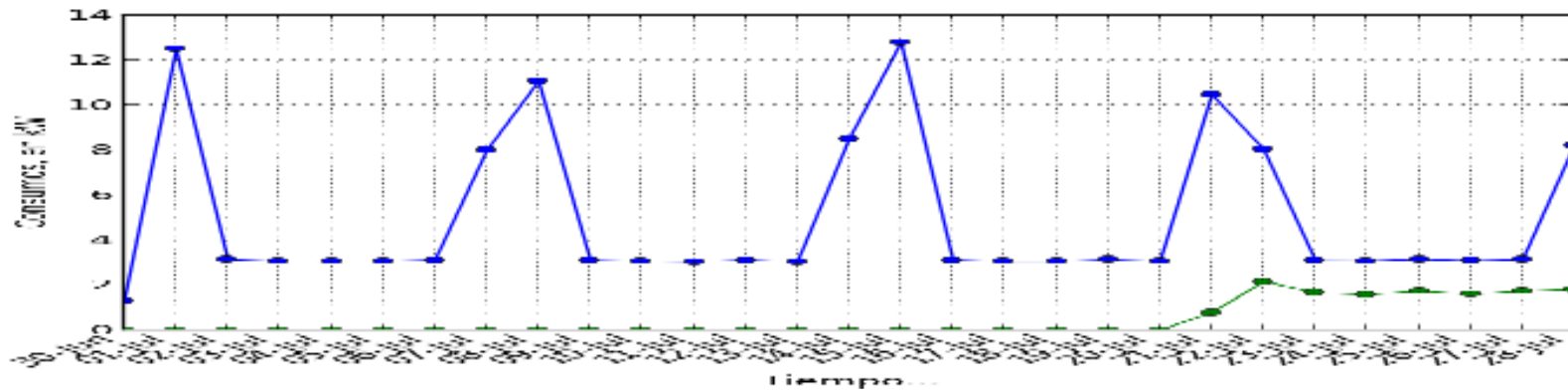
En <http://www.currentcost.com/cc128/xml.htm> está la especificación del fichero xml con los datos que se pueden descargar al PC.



## - PASOS: Control de consumo (III) -

Se adjuntan gráficas de los datos (por día y cada dos horas) correspondientes a cuatro semanas (la línea azul corresponde al consumo total de la casa y la verde al frigorífico, el sensor del frigorífico fue instalado una semana antes de recoger los datos).

Se dispone de scripts, en python, para convertir los datos xml en csv (formato aceptado por el excel), y para generar gráficas a partir de los ficheros .csv. Interesados escribir a la dirección de contacto.



# - PASOS: Emplazamiento de paneles (I) -

## **Objetivo:**

Determinar si se dispone de un sitio apropiado para colocar los paneles

## **Procedimiento:**

- 1) Cada panel ocupa una superficie cercana a los 1,5 metros cuadrados y debe ubicarse en un tejado o terraza orientada hacia el sur.
- 2) Si la orientación es aproximada ( $\pm 20^\circ$  de desviación) la disminución en el rendimiento no es demasiado importante, aprox. un 5%.
- 3) Si se va a ubicar sobre terraza o tejado plano conviene adquirir una estructura-soporte que permita modificar, lo más cómodamente posible, la inclinación de los paneles.

La inclinación recomendada para mantener fija a lo largo de todo el año es similar a la latitud (si la latitud, mirar en el GPS, es de  $40^\circ$  deben inclinarse los paneles  $40^\circ$  respecto al suelo).

Si se desea optimizar la producción de energía (mejora entre el 5 y el 10%) se pueden colocar los paneles en posición latitud  $+ 15^\circ$  -durante otoño e invierno- y latitud  $- 15^\circ$  -durante primavera y verano-.

## - PASOS: Emplazamiento de paneles (II) -

4) Si se van a ubicar sobre tejado inclinado se recomienda colocar directamente railes (a los cuales se engancharan los paneles) directamente sobre el tejado, sin complicarse con estructuras más complicada (dichas estructuras más complejas tienen su impacto estético y complicaciones por efecto “vela” ante posibles vientos... si bien es opinable las ganancias, entre el 5 y el 10%, no compensan los posibles inconvenientes)



*Ejemplo de estructura-soporte inclinable para superficie plana, y de montaje con railes directamente sobre tejado inclinado*

5) Cuidado con las posibles sombras sobre los paneles. Una sombra parcial supone una caída drástica en la generación de energía del panel afectado. Debe procurarse que en el intervalo horario de mayor intensidad solar, aproximadamente entre las 9 y las 17 horas, los paneles no se vean afectados por sombras.

Cuidado con los desniveles del tejado, con las chimeneas, con ese árbol tan bonito que ahora no molesta pero que dentro de diez años será mucho más alto, etc.

# - PASOS: Emplazamiento de paneles (III) -

*NOTA: Existen herramientas para determinar la ubicación óptima (SunEye, SolarPathFinder) pero cuestan de cientos de euros en adelante. Para una instalación sencilla basta con observar con atención un emplazamiento candidato y preveer posibles problemas a lo largo de las estaciones anuales -variación del recorrido del Sol... impacto de sombras de árboles, estructuras, etc- y para futuros años -crecimiento de árboles, futuras construcciones, etc-*

---

## **Caso concreto:**

El emplazamiento será sobre tejado inclinado unos 18-20°.

El tejado está desviado respecto al sur unos 23°.

El tejado de la casa tiene varios niveles... y ello provoca sombras de partes de tejado sobre otras, lo que disminuye la superficie util para colocar paneles :o(

Y ademas hay una bonita chimenea que hace de reloj de sol provocando sombras parciales.

Total... de un montón de metros cuadrados de tejado con orientación sur al final solo hay espacio, sin tener problemas, para unos pocos paneles.

Los paneles irán directamente sobre railes colocados sobre el tejado, su inclinación respecto a la horizontal será pues la misma que el tejado... unos 20°.

# - PASOS: Determinar kit FV apropiado (I) -

## **Objetivo:**

Determinar el tipo de kit fotovoltaico más conveniente para nuestras necesidades.

## **Procedimiento:**

- 1) La decisión depende de nuestros objetivos; ¿mínima inversión inicial?, ¿modularidad/escalabilidad?, ¿comodidad de instalación?...
- 2) Si se supone que se desea iniciarse en las artes fotovoltaicas con un bajo coste inicial, poder expandir la instalación más adelante, que sea fácil de instalar, etc, etc... entonces se trata de objetivos similares a los contemplados en el caso concreto de referencia.
- 3) En el caso de referencia se opta por la solución de microinversores (cada panel fotovoltaico tiene asociado su propio microinversor)

Otras soluciones para el mercado doméstico se basan en utilizar mini-inversores (de unos 600-700 W, ej. Soladin de MasterVolt) que requieren la instalación de unos tres paneles para proporcionar la potencia suficiente para el correcto funcionamiento del mini-inversor.

Soluciones más complejas implican el uso de inversores del rango de 1,5 kW lo que implica una instalación más complicada y una mayor inversión inicial -unos seis paneles-.

## - PASOS: Determinar kit FV apropiado (II) -

*Ventaja de los microinversores frente a los mini-inversores;*

- + Permite una instalación inicial más sencilla y de menor coste
- + Apariencia más compacta del microinversor, más periodo de garantía
- + Instalación externa del microinversor, no ruidos, no refrigeración activa
- + Salida directa del kit en corriente alterna, cables que entran en la casa más delgados y manejables (“del microinversor al enchufe” :o)
- + Más modularidad, cada panel tiene su inversor y su producción es independiente de los otros paneles

---

### **Caso concreto:**

En el caso de referencia, se instalan dos kits (cada uno consiste en un panel de 240 W y un microinversor Enecsys)

Se aconseja que una instalación inicial consista como máximo de uno o dos kits (problema de falta de ley de autoconsumo... actual penalización para la generación de los particulares, y problema de adecuación del cuadro eléctrico -a chequear en cada caso-), para familiarizarse con la tecnología.

# - PASOS: Estimación de ahorros y costes (I) -

## **Objetivo:**

Estimar el ahorro que se espera obtener con la instalación planificada, así como el coste de la misma.

## **Procedimiento:**

1) Por la parte de la estimación del ahorro: Acceder a una herramienta que permita, en base a parámetros de nuestra instalación (potencia a instalar, latitud y zona geográfica, inclinación, orientación, etc), obtener una estimación de la producción annual que se va a obtener (por ejemplo: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php>)

Dicha producción estimada multiplicarla por el coste de la energía más los impuestos aplicables.

Esto será el ahorro teórico (el real dependerá de la Ley de Autoconsumo, del precio al que se fije la venta hacia la compañía eléctrica, de cuotas de instalación de nuevo contador, de lectura del mismo, etc, etc)

2) Por la parte de estimación del coste: Buscar en Internet venta a particulares de los paneles y los microinversores. Hay que considerar impuestos, gastos de transporte, y también el coste de la estructura-soporte que estiméis más apropiada. Aparte está el tema de la instalación; la puede hacer uno mismo con la ayuda de otra persona (cada panel pesa más de 20 kg.) o puede necesitar contratarla.

# - PASOS: Estimación de ahorros y costes (II) -

---

## **Caso concreto:**

La herramienta indicada (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php>) se parametriza con los datos planificados para la instalación de referencia y se obtiene la siguiente estimación junto con información del contexto parametrizado:

*Localización: 41°0'0" Norte, 3°0'0" Oeste, Elevation: 1000 metros sobre nivel del mar,*

*Ciudad más cercana: Segovia, España (40 distancia en km)*

*Potencia nominal del sistema de FV: 0.5 kW (silicio cristalino)*

*Inclinación de los módulos: 19.0°*

*Orientación (acimutal) de los módulos: -23.0°*

*Pérdidas estimadas debido a la temperatura: 7.7% (utilizando los datos locales de la temperatura ambiente)*

*Pérdidas estimadas debido a efectos angulares de reflectancia: 2.9%*

*Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%*

*Pérdidas combinadas del sistema FV: 24.6%*

Mes	Producción mensual (kWh)	Producción diaria (kWh)
Ene	29.9	0.96
Feb	35.9	1.28
Mar	58.9	1.90
Abr	60.6	2.02
May	72.7	2.34
Jun	76.0	2.53
Jul	80.2	2.59
Ago	74.6	2.41
Sep	61.4	2.05
Oct	47.6	1.54
Nov	31.6	1.05
Dic	23.8	0.77
Media annual	54.4	1.79
Producción total anual (kWh)	653	



## - PASOS: Estimación de ahorros y costes (III) -

Se espera por tanto obtener aproximadamente al año 650 kWh de energía (la potencia nominal del sistema se ha fijado como 0,5 KW -la herramienta no acepta potencias mas reducidas, sin embargo dos paneles de 240 W cada uno suman una potencia similar a la parametrizada)

En términos de ahorro teórico anual se tiene:

$653 \text{ kWh} * 0,1492 \text{ € (coste energía por kWh)} * 1.21 \text{ (21\% de impuestos)} \rightarrow 117,89 \text{ €}$

Por la parte de estimación de coste del sistema a instalar tenemos los siguientes conceptos y costes a “grosso modo” (datos obtenido “googleando” un poco):

2 Paneles de 240 W	400 €
2 Microinversores Enecsys	450 €
Estructura (simplemente railes)	100 €
Gastos de transporte	50 €
Total:	1.000 €
Total + impuestos (21 %)	1.210 €

El total del equipamiento supone unos 1.200 euros, a lo que hay que añadir lo que cueste la instalación (supone aproximadamente media jornada de trabajo para dos personas)

# - PASOS: Compra y recepción de kit FV (I) -

## **Objetivo:**

Comprar el kit seleccionado y la estructura soporte pertinente

## **Procedimiento:**

1) Acceder a una tienda online que nos guste. Es lo que hay, no se han encontrado tiendas físicas que vendan estos kits y que puedan “tocarse” antes de comprar. Quizá un día aparezcan en los Leroy Merlin pero por ahora y salvo “ofertas” especiales... y sospechosas...

2) Pensarse el tema de la recepción del material. El material es bastante voluminoso y en total pesará unos 50-60 kg. (variará bastante según la estructura requerida) por lo que es preferible que se entregue directamente en el punto de instalación. En el caso de tratarse de una residencia de fin de semana... los horarios de reparto no suelen ser muy compatibles con los horarios de presencia del interesado :o(

3) Encargar en dicha tienda el kit y los railes o estructura más adecuada. Conviene que la tienda online tenga la posibilidad de consultar a un técnico (entre otras cosas para aclarar el tema del tipo de estructura más conveniente para vuestro tejado; ¿es de teja?, ¿de placas/metálico?, ¿requiere estructura para inclinación?, ¿etc?)

# - PASOS: Compra y recepción de kit FV (II) -

---

## **Caso concreto:**

En el caso de referencia, se compran los dos kits y railes para colocar directamente sobre tejado inclinado (tornilleria y piezas adicionales vienen con los railes). El tejado es de teja machihembrada, no hay resquicios para fijar los railes mediante salvatejas, hay que perforar las tejas y fijar los railes con varilla y taco quimico para impermeabilizar.

El precio final obtenido es más reducido que el inicialmente estimado, sale por unos 1.050 euros :o)

A esta cantidad hay que sumar, en el caso de referencia, la ayuda para la instalación y el total acaba aproximadamente en los 1.200 euros.

*De todas formas como coste de instalación se considerará para posteriores comparaciones y cálculos solamente la parte del coste de los elementos (**1.050 €**). La parte de instalación es muy variable (de coste nulo para los interesados mañosos y significativo si se contrata a un tercero o surgen complicaciones).*

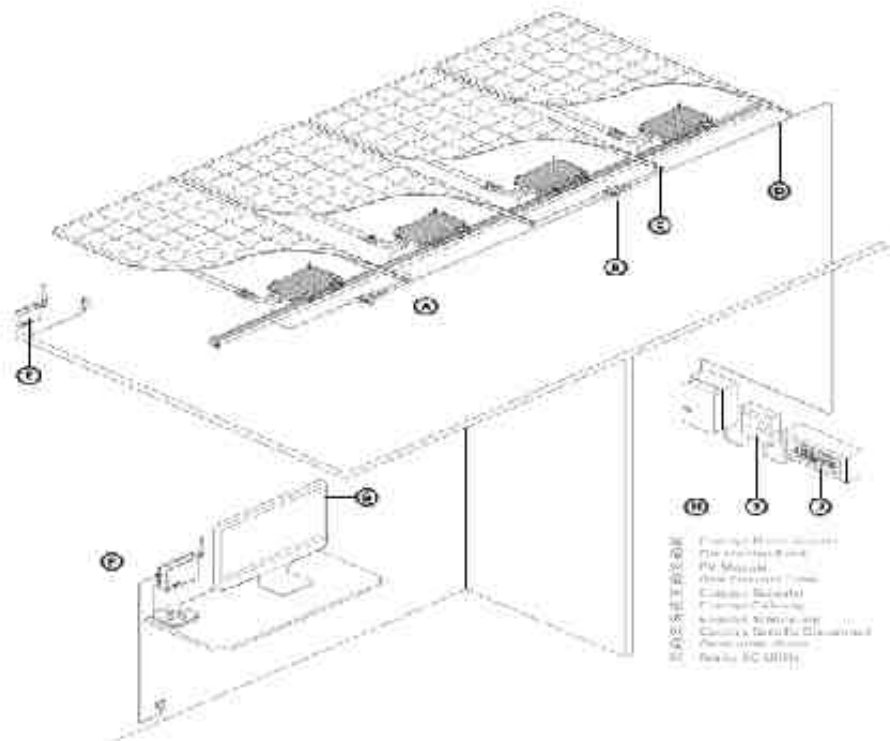
# - PASOS: Instalación (I) -

## **Objetivo:**

Instalar kits fotovoltaicos en el tejado y conectarlos a la red eléctrica de la casa.

## **Esquema de la instalación (sistema Enecsys completo)**

NOTA: solo se instalarán los elementos A, B, C y D, y solo dos paneles/microinversores



## **Requisitos:**

\* Disponer del material (paneles, microinversores, estructura :o)

\* Contar con la ayuda de al menos otra persona. Los paneles pesan unos 21-22 Kg y miden aprox. 1,6 m x 1 m... son complicados de manejar para una persona.

\* Herramientas: taladro portatil, broca para piedra de 20 cm, espuma de aislamiento, caja estanca de 10x10 cm, regletas de conexión para cable de 1,5 mm, llaves inglesa y fijas para tuercas, etc.

## - PASOS: Instalación (II) -

***Procedimiento (se acompaña cada paso con fotos de una instalación real):***

1) Tener definido el lugar de emplazamiento de los paneles (ver apartados anteriores)



## - PASOS: Instalación (III) -

2) Simular el montaje sobre el suelo, para familiarizarse con la instalación, tomar medidas y anticipar posibles problemas:



(Practicar el resto de los pasos del presente procedimiento sobre el suelo, antes de aplicarlos sobre el tejado)

## - PASOS: Instalación (IV) -

(Problema puntual: piezas de enganche demasiado cortas para uno de los paneles, se preparan tiras de aluminio para elevar las piezas y mejorar sujeción, ver fotos)





## - PASOS: Instalación (V) -

3) Subir herramientas al tejado, marcar agujeros para la colocación del raíl superior, hacer los agujeros, rellenarlos de espuma aislante, meter tornillos y fijar soportes, atornillar soportes al raíl  
Repetir los mismos pasos para fijar el raíl inferior.

Para cada panel se harán dos fijaciones en el tejado por raíl. Los agujeros en las tejas deben realizarse en el lomo de las mismas (ver fotos)





## - PASOS: Instalación (VI) -

### 4) Fijar los microinversores al raíl superior

Atornillar de forma que queden centrados respecto al panel que se colocará encima.

El círculo blanco de los microinversores debe quedar boca abajo.

Apuntar el número de serie de cada microinversor junto con su posición.

Inclinar ligeramente los railes de forma que los inversores sigan la inclinación del tejado (que no queden demasiado separados del tejado ni pegados a los paneles). Para ello hay que deformar la pieza que los une a las tejas.

- Quizá haya que retirar el tornillo de fijación de puesta a tierra si no va a utilizarse -



## - PASOS: Instalación (VII) -

5) Colocar los paneles, conectando cada uno a su microinversor

Las conexiones microinversor-panel están polarizadas, no es posible equivocarse :o)



# - PASOS: Instalación (VIII) -

## 6) Fijación de los paneles a los raíles

Ver fotos con detalles de las fijaciones.



## - PASOS: Instalación (IX) -

### 7) Unir la salida de los microinversores mediante el concentrador

En el concentrador las conexiones con los microinversores, entradas, son diferentes de la salida hacia la red eléctrica de la casa.

Las conexiones de entrada no utilizadas deben tener conectadas un “end cap”.

Ver abajo foto tomada desde la parte superior de los paneles. Los cables que aparecen arriba están conectados a los microinversores (el cable de la derecha al microinversor situado a la derecha, y el de la izquierda al microinversor de la izquierda). En la parte inferior del concentrador se encuentra, a la izquierda, el “end cap” y a la derecha el cable de salida hacia la red eléctrica de la casa





## - PASOS: Instalación (X) -

### 8) Prolongar el cable de corriente hasta el interior de la casa

El cable proporcionado utiliza conectores propietarios de Enecsys. Se puede pedir cable de varias longitudes; 5, 10 y 15 metros, quizá más largos (consultar al proveedor).

Otra opción, si el cable disponible se nos queda corto, consiste en prolongarlo con una manguera de cable de corriente continua para exteriores. La prolongación se hace mediante una caja estanca, colocandola lo más protegida posible.

La introducción del cable en la casa depende del caso concreto. En el ejemplo presente se utilizo el conducto del cable de la antena para evitar realizar otro agujero en el tejado.



## - PASOS: Instalación (XI) -

### 9) Conexión del cable de corriente a la red eléctrica de la casa

Mediante una guía se introduce el cable de corriente en los tubos y conductos electricos de la casa.

Para realizar medidas de generación (de forma alternativa al sistema habilitado por el fabricante, que requiere conexión a internet) puede sacarse el cable de corriente procedente del tejado de una caja de conexiones y ponerle una clavija para conectarlo a un enchufe normal a través de un sensor-monitor de consumo.

(o bien realizar la conexión dentro de la propia caja de conexiones y utilizar un sensor con pinza amperimétrica)



# - PASOS: Instalación (XII) -

## 10) Contemplación final y celebración

Vease tejado con paneles ya instalados :o)



[aeg.solaria@gmail.com](mailto:aeg.solaria@gmail.com)

# - PASOS: Operación y Prueba Inicial (I) -

## **Objetivo:**

Conectar sistema PV a la red de la casa y probar que se esta generando energia

## **Procedimiento (ver paso 9 del apartado de Instalación):**

- 1) Determinar la toma de corriente más cercana para recibir el cable del sistema PV que entra en la casa.
- 2) En dicha toma de corriente colocar el enchufe-sensor para medida de consumo-generación (medirá los watios que pasan por ahí, en un sentido y en otro)
- 3) Enchufar la clavija del cable del sistema FV
- 4) Observar en el sistema de monitorización de energia los datos correspondientes al sensor

El máximo teórico es de <NúmeroPaneles> \* 240 W. Así pues teniendo en cuenta que las condiciones de irradiación solar no siempre son las idílicas, que la temperatura tampoco suele serlo, que la orientación al sur no siempre es la mejor, que la inclinación no siempre es óptima y que la eficiencia del microinversor es del 92%... pues la energía finalmente obtenida será significativamente menor.



# - PASOS: Operación y Prueba Inicial (II) -

En todo caso, valores significativos detectados por el sensor permiten comprobar que la instalación funciona.

*(Determinar si el funcionamiento es o no óptimo, o al menos que esté dentro de lo aceptable requiere la monitorización de la producción durante al menos varias semanas y la comparación con los datos inicialmente estimados)*

---

## **Caso concreto:**

En el caso de referencia se observaron medidas de algo más de 360 W en buenas condiciones solares (en el mes de agosto, cuando se hizo la instalación).

Según la estimación presentada anteriormente la eficiencia esperada para el sistema, en base a su posición, inclinación y orientación es del 75 %.

Así pues las potencias puntuales observadas (más de 360 W sobre 480 W de potencia teórica) suponen aproximadamente un 76 %, prácticamente similar al valor estimado.

Es de esperar que se cumplan también las estimaciones anuales de producción.

# - PASOS: Analisis Rendimiento (I) -

## **Objetivo:**

Comprobar si todo esto ha valido la pena

## **Procedimiento:**

- 1) Se recopilan, durante al menos varias semanas, datos de producción de energía desde el enchufe-sensor. La idea es poder extrapolarlos al conjunto del año (teniendo en cuenta la estación en la que estamos y las tablas de irradiación solar correspondientes a nuestra zona, ver la estimación de producción mensual obtenida por la herramienta web)
- 2) Pueden compararse los datos de producción del sistema fotovoltaico con los datos de consumo proporcionados por el sensor situado en el cuadro eléctrico de la casa. Si bien debe tenerse en cuenta que durante las horas de sol es posible que el sistema fotovoltaico produzca más energía que la que se consume en la casa. En esa situación la energía se entrega a la red eléctrica (y se suma a la medida que presenta el sensor situado en el cuadro eléctrico, no distingue el sentido de la corriente eléctrica)

¿Efectos de todo esto sobre la factura de la luz?

Uno: La energía generada por los paneles que se consume (en el momento de la generación, se recuerda que no tenemos baterías) en la propia casa es energía que no pedimos/compramos a la red... eso ya es un ahorro.

## - PASOS: Analisis Rendimiento (II) -

Y dos: La energía generada que en un momento dado exceda el consumo de la casa se entrega a la red... es decir... pasa a través del contador en sentido inverso al habitual... ¿qué hace el contador de la compañía en ese caso?

Si es un contador analógico entonces no avanzará... le estamos regalando la energía a la red.

Si es un contador digital depende de cómo esté configurado. En algunos casos los contadores digitales instalados por las compañías eléctricas están configurados para sumar la potencia que circula tanto en un sentido como en otro... en este caso la compañía nos cobrará la energía que le entreguemos :o(

3) Una vez recopilados los datos de producción durante un tiempo pueden compararse con los datos estimados para comprobar si las previsiones han sido correctas y deben esperarse los datos de producción y ahorro anuales correspondientes.

4) De confirmarse parcialmente, para los meses de medida, los datos de producción estimada puede considerarse válido el dato anual previsto de producción y compararse con el total anual de consumo (el de la suma de las 12 facturas).

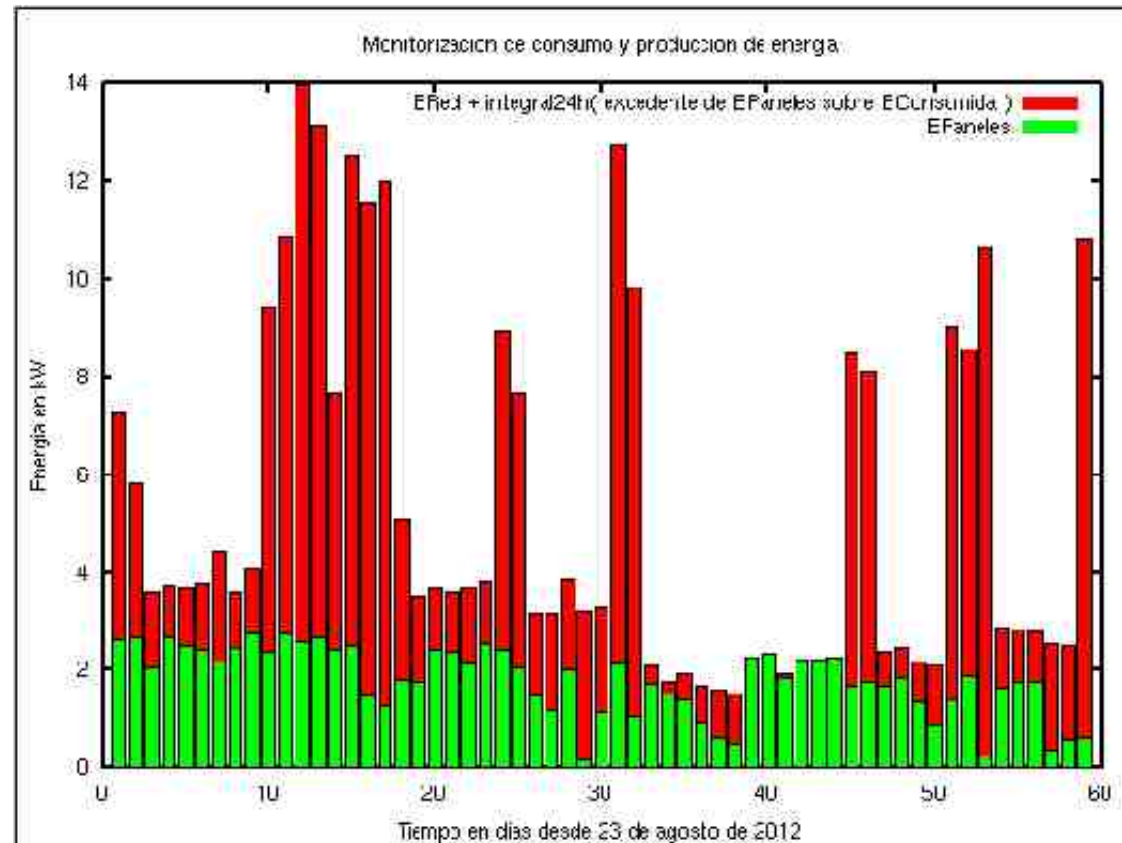
Esta comparación permite obtener el porcentaje de autoconsumo conseguido por el sistema instalado y puede calcularse el número total de paneles (kits) que deberían instalarse para producir al año la misma energía que se está consumiendo... y la inversión que tendría que realizarse para ello.

# - PASOS: Analisis Rendimiento (III) -

---

## **Caso concreto:**

En el caso de referencia, se dispone de las medidas de producción de los paneles durante casi dos meses; de finales de agosto hasta finales de octubre. Vease las barras verdes de la figura:



## - PASOS: Analisis Rendimiento (IV) -

El total de la energía producida durante el intervalo de medida es de aproximadamente 107 kW. Lo que podría suponer un ahorro “teórico”, tarifa a 0.1492 € por kWh, de unos 19,3 euros.

Los datos inicialmente estimados de producción diaria para los meses de agosto, septiembre y octubre son respectivamente: 2.41, 2.05 y 1.54 kWdía

Así pues para el periodo estimado deberíamos tener una producción, según estimación, de:  
 $2.41 * 9$  (días medidos de agosto) +  $2.05 * 30$  (días de septiembre) +  $1.54 * 20$  (días de octubre)  
Total producción estimada: 113.99 kW

La producción medida (107 kW) es un 6% inferior a la estimada (114 kW). No parece grave. En esta línea puedo esperar a producir unos 615 kW al año. Unos 111 euros anuales de ahorro “teórico”. La inversión de 1.050 euros se amortizaría en aproximadamente 9,5 años.

Los 615 kW de producción anual esperables suponen el 28 % de la energía que el año pasado se consumió en la casa (2.200 kW). Por tanto para generar tanta energía como se consume se precisaría cuadruplicar la actual instalación, es decir un total de 8 paneles con sus respectivos microinversores. La inversión total sería de  $4 * 1.200 = 4.800$  euros (quizá menos si se consideran ahorros en la instalación y previsible abaratamiento de los equipos).

*Es una cantidad importante pero podría reducir la factura de la luz a simplemente los gastos de servicio de baterías/almacenamiento y las tasas que las compañías traten y logren imponer en la Ley ... aparte del beneficio conjunto que supondría la reducción de todo el sistema de producción centralizado, empezando por el tradicional (centrales térmicas, nucleares, de gas...) y de buena parte del sistema de distribución/transformación.*

# - PASOS: Posible Monitorización -

## **Objetivo:**

Monitorizar la generación de energía y obtener gráficas bonitas.

## **Procedimiento (requerido por los microinversores Enecsys):**

- 1) Precisa una conexión ADSL en la casa donde se ha hecho la instalación
- 2) Hay que comprarse un gateway que recopila los datos, por radio, de los microinversores y se conecta al router ADSL para enviarles dichos datos al servidor del fabricante de los microinversores
- 3) Hay que conseguir del distribuidor el usuario y password de acceso al servidor web del fabricante de los microinversores
- 4) Y luego ya puede uno conectar a la web del fabricante y acceder a sus propios datos :o(

---

## **Caso concreto:**

En el caso de referencia, en la casa en cuestión no se dispone de ADSL... y al tratarse de una residencia secundaria no parece que merezca la pena instalarlo... y sobre todo pagarlo. Tendrá que bastar con los datos del enchufe-sensor.

*(Este es el sistema establecido por el fabricante de los microinversores, Enecsys. Sin embargo, sería fácilmente posible un sistema más abierto hacia los clientes. Por ejemplo uno similar al utilizado por el sistema de monitorización de energía que se está utilizando, desde un equipo "gateway" permitir volcado de datos a un PC)*

# - PASOS: Posible Ampliación -

## **Objetivo:**

Liarse a instalar kits adicionales, del mismo tipo o distinto, hasta conseguir una capacidad de producción anual similar a la energía consumida.

## **Procedimiento:**

1) Se recomienda esperar a que salga la ley de autoconsumo

*Apunte quincemayista:*

*... sin embargo... con la cantidad de políticos amortizados que calientan el sillón en los consejos de administración de las compañías eléctricas... es difícil que salga una ley que fomente las Artes y Ciencias Fotovoltaicas :o(*

*Ya veremos... en cualquier caso siempre podremos esperar a que el "lobby" de fabricantes de equipos (de Alemania y otros lares más serios) presionen para fomentar las instalaciones... aunque para entonces habremos perdido otro tren... en fin...*

---

## **Caso concreto:**

Para el caso de referencia, no se contempla ninguna ampliación del sistema conectado a red hasta ver que tipo de ley se aprueba.

# - PASOS: Mantenimiento -

## **Objetivo:**

Mantener la instalación para asegurar su correcta operación

## **Procedimiento:**

- 1) Cada varios meses subir al tejado para hacer una inspección visual y limpiar algo de suciedad que haya podido estancarse en los paneles
- 2) En caso de haber montado una estructura con inclinación al menos subir cada seis meses, en los  $\pm$  solsticios/equinoccios? para ajustar la inclinación
- 3) Realizar una comprobación, subir al tejado, si se observa una disminución inesperada de los datos de generación aportados por el sensor.

---

## **Caso concreto:**

En el caso de referencia no se ha vuelto a subir al tejado ni realizado ninguna tarea de mantenimiento desde el momento de la instalación, hace dos meses y medio. No obstante al menos un par de veces al año se subirá al tejado para una inspección visual y, si se precisa, limpieza de los paneles y del cableado.



# - Bibliografía, enlacesWeb, y dirección de contacto -

## ***Bibliografía:***

\* “Photovoltaic Systems” / James P. Dunlop / Amer Technical Pub

\* “Modelling Photovoltaic Systems Using Pspice” / Luis Castañer, Santiago Silvestre / John Wiley & Sons, Ltd.

## ***EnlacesWeb (utilizados para el caso concreto):***

\* Sistema de monitorización EnviR → <http://www.currentcost.com/product-envir.html>

\* Microinversor enecsys → <http://www.enecsys.com/products/micro-inverter.php>

\* Tienda online de productos fotovoltaicos → <http://www.hmsistemas.es>

\* Web de venta de monitor de energía → <http://www.efimarket.com/current-cost-envir>

\* Foro de energia solar → <http://www.solarweb.net>

\* Estimación de producción → <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php>

***Dirección de contacto:*** aeg.solaria@gmail.com

aeg.solaria@gmail.com

# - Ideas para el futuro -

## \* ***Ampliación del actual sistema:***

Depende sobre todo de la ley de autoconsumo.

(Para que la residencia unifamiliar contemplada produjese lo mismo que consume bastaría con instalar un total de ocho kits -panel+microinversor-, seis kits adicionales a los ya instalados)

## \* ***Posible derivación para sistema FV con backup:***

Posibilidad de añadir un sistema con inversor mixto y baterías que permita funcionamiento independiente de la red, para cubrir necesidades básicas de la casa en caso de caída de la red eléctrica.

## \* ***Sistema de FV aislada (instalación independiente):***

Instalación, por ejemplo en una caseta, de una mini-instalación eléctrica (un par de puntos de luz y dos o tres enchufes, consumo máximo de 1 kWh) alimentada por un pequeño sistema fotovoltaico aislado (con baterías)

## \* ***Posible ampliación y convivencia con coche eléctrico:***

Posibilidad de colocar un techado para proteger un coche del sol y de las inclemencias del tiempo, y sobre el mismo colocar paneles. Esto supondría una superficie de 12-15 metros cuadrados que podría albergar 8-10 paneles. La energía obtenida podría quizá ser utilizada para recarga, al menos parcial, de un posible coche eléctrico situado debajo.

\* ¿+?

aeg.solaria@gmail.com