Energía Solar Fotovoltaica (ESF)

Tema: Dimensionado

Contenido

- Cálculo de instalaciones F.V. (Dimensionado)
- Ejemplo de Dimensionado

Cálculo de instalaciones F.V. (Dimensionado)

En el dimensionado de un sistema fotovoltaico se trata de obtener:

- Número de paneles que hace falta para captar la energía necesaria.
- La capacidad que ha de tener el acumulador para poder disponer de energía en días de poco sol.
- Las características del resto de los elementos que integran el sistema (regulador, convertidor, cables, etcétera).

"En los sistemas fotovoltaicos una bombilla que quede encendida por descuido puede ser fatal!!!"

Método del mes peor: Consiste en calcular las dimensiones del sistema para que pueda funcionar en el mes en el que la demanda de energía es mayor respecto a la energía solar disponible (mes peor). Es un método de validez general, que proporciona resultados satisfactorios y es ampliamente utilizado.

En este método la fiabilidad se estima fijando el número máximo de días que el sistema puede funcionar sin que reciba radiación solar, durante los cuales todo el consumo se hace únicamente a expensas de la batería. Este número de días se conoce como el *número máximo de días de autonomía* (*N*)

A la hora de establecer ***N***, hay que considerar tanto la climatología del lugar como el tipo de instalación, la importancia del servicio prestado (de iluminación de viviendas, hospital, fábrica, radio-enlace, etcétera) y las limitaciones económicas ya que cuanto mayor sea ***N***, mayor la inversión.

El depender de tantos factores, y de que éstos no se puedan evaluar fácilmente, hace que no haya otra forma de fijar ***N*** que a partir de la intuición y la experiencia.

Datos previos

En el caso de que para alguno de los datos el proyectista disponga de varias alternativas, se recomienda que se realicen los cálculos para cada una de ellas, y tomar una decisión sopesando las variables técnicas y económicas que cada solución lleva asociadas.

Tabla 10: Datos previos

DATOS GENERALES

LATITUD DEL LUGAR (°) [ ]

DATOS DE RADIACIÓN ($G_{dm}(0)$, en kWh/m² × día)

EN	FB	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

EQUIPOS (Usar la *Tabla 12* y la *Tabla 13*)

PANELES:

TENSIÓN DE MÁXIMA POTENCIA (V_{pmax})	
INTENSIDAD DE MÁXIMA POTENCIA (I_{pmax})	

ACUMULADORES:

CAPACIDAD NOMINAL A 100 H (C_{NBat})	
TENSIÓN NOMINAL (V_{NBat})	
PROF. MÁX. DESCARGA (PD_{MAX}) o CAPACIDAD ÚTIL (C_{UBat})	

REGULADOR:

TENSIÓN NOMINAL (V_{NReg})	
INTENSIDAD MÁXIMA (I_{maxReg})	

CONVERTIDOR DC/AC:

TENSIÓN NOMINAL (V_{NConv})	
POTENCIA INSTANTÁNEA (P_{IConv})	
RENDIMIENTO AL 70% (η_{70})	

ELECCIONES DEL PROYECTISTA CON LOS USUARIOS:

DÍAS DE AUTONOMÍA (N)	
TENSIÓN NOMINAL (V_N)	

Datos Generales

- **Latitud del lugar.** Con signo positivo en el hemisferio norte y negativo en el hemisferio sur.

- **Datos de radiación solar.** Para el método del "*mes peor*" basta con conocer doce valores, uno para cada mes. Son los valores medios mensuales de irradiación global diaria sobre plano horizontal ($G_{dm}(0)$, en kWh/m^2 *x día*).

Características de los elementos

Estos datos los proporciona el fabricante, pero es conveniente que el propio proyectista los mida para advertir posibles desviaciones respecto a los valores nominales.

- **Equipos de consumo.** Es necesario conocer la tensión nominal del equipo de consumo V_{NC} y la potencia de funcionamiento del equipo de consumo P_C.

- **Paneles.** Necesitamos conocer la tensión V_{mp} y la intensidad I_{mp} en el punto de máxima potencia en condiciones estándares.

- **Acumuladores.** Capacidad nominal C_{NBat}, tensión de trabajo V_{NBat} y, o bien profundidad máxima de descarga P_{Dmax} o bien capacidad útil C_{UBat}.

- **Regulador.** Tensión nominal V_{NReg}, e intensidad máxima que puede disipar I_{maxReg}.

- **Convertidor *DC/AC*.** Tensión nominal V_{Nconv}, Potencia instantánea P_{IConv} y Rendimiento al 70% de la carga η_{70}.

Dos decisiones previas

- ***N*, número de días de autonomía**

- **V_N, tensión nominal de la instalación.** Tanto los equipos de consumo como el acumulador se escogen para un valor de tensión nominal V_N. En general se recomiendan tensiones de 12 V para potencias menores de 1,5 kW, 24 o 48 V para potencias entre 1,5 y 5 kW y 48 o 120 V para potencias mayores de 5kW.

Estimación del número de días de autonomía

Invierno	*Instalación doméstica*	*Instalación crítica*
muy nubosos	*5*	*10*
variables	*4*	*8*
soleados	*3*	*6*

Procedimientos de cálculo

Los pasos que se han de seguir son los siguientes

1º. Energía solar disponible.

Basándose en los datos de radiación solar, y en la orientación que se les va a dar a los paneles (para que recojan la máxima radiación posible), se estima la energía solar con la que se cuenta. La estimación se hace para intervalos de tiempo mensuales.

2º. Energía que se va a consumir.

A partir de un estudio de los aparatos que se eligen para cubrir las necesidades, se recopilan los datos de las potencias consumidas por cada aparato y se estiman, de acuerdo con los usuarios, los tiempos medios de utilización diarios, semanales, mensuales o anuales de cada uno de ellos, teniendo también en cuenta los posibles altibajos motivados por causas diversas, ya sea éstas periódicas o no.
Con éstos datos se obtiene la energía que se va a consumir, también para cada mes.

***3º*. Con los *datos correspondientes al "mes peor"* de los doce, que es aquel en el que la <u>relación entre la energía demandada y la energía solar disponible es mayor</u>, se calcula:**

- La intensidad que ha de entregar el conjunto de paneles, y, por tanto, el número de paneles.
- La capacidad de acumulación necesaria, y, por tanto, el número de acumuladores.
- Las características del regulador e inversor.
- La longitud y la sección del cable necesarios para las conexiones.

Para facilitar el proceso de cálculo se proporciona la siguiente tabla, donde se recogen todos los datos que debe calcular el proyectista, y se detallan las operaciones que ha de realizar.

Tabla 11: Elección del mes peor

LUGAR:

LATITUD:

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN V_N (V):

		EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	AG	SE	OC	NO	DI
(1	INCLINACI β												
(2	FACTOR												
(3	G_{dm} (0) en ^{2} x												
(4	FACTOR												
(5	($_{dm}$(0)^2 ^{2}												
(6	G_{dm} (β) en ^{2} x A x $_{dm}$ (0) + B x $_{dm}$(0)^2												
(7	E_{TOTAL} (DC)												
(8	E_{TOTAL} (AC)												
(9	E_{TOTAL} = $_{TOTAL}$ (DC) + $_{TOTAL}$												
(10	I_m = $_{TOTAL}$ $_x$ 1 ^{2} / $_{dm}$ (β) x $_N$)												

I_m (MES PEOR)		PARA EL MES		E_{TOTAL} (MES	
I_{mMAX} (A) = 1,2 $_m$ (MES					

Orientación de los paneles

Esta orientación está determinada por dos ángulos, el acimut α (ángulo que mide la desviación respecto al sur, en el hemisferio norte, y respecto al norte, en el hemisferio sur) y la inclinación o elevación β (ángulo formado por la superficie del módulo y el plano horizontal).

- ***<u>Acimut</u>***

En general conviene tener el módulo girado hacia el ecuador terrestre (es decir, hacia el sur en el hemisferio Norte y hacia el norte en el hemisferio Sur) para que durante el día el panel capte la mayor cantidad de radiación posible (=α0).
Hay que tener especial cuidado en que no se produzcan sombras sobre los paneles o parte de ellos.

- ***Inclinación***

Suele fijarse una β que maximice el ajuste entre la captación y la demanda de energía. Este criterio se traduce en:

- Para instalaciones con **consumos constantes o similares a lo largo del año**, es preferible optimizar la instalación para captar máxima radiación durante los meses invernales. Se utilizan inclinaciones iguales al valor absoluto de la latitud del lugar (ángulo ϕ) incrementado en 10º ($\beta = |\phi| + 10º$).

- Para instalaciones con consumos inferiores en invierno puede utilizarse como inclinación el valor de la latitud del lugar. Se optimiza así para los meses de primavera y otoño ($\beta = |\phi|$).

- Para instalaciones que sólo se usan en verano (por ejemplo riego) conviene emplear un ángulo igual a la latitud en valor absoluto menos 10º ($\beta = |\phi| - 10$).

- En cualquier caso, se recomienda que la inclinación de panel nunca sea menor que 15º.

- Como estos valores son aproximados, se recomienda realizar los cálculos para varias inclinaciones posibles, y elegir aquélla que demande un menor número de paneles

Irradiación global sobre la superficie inclinada:

Depende de una expresión cuadrática de *Gdm*(0):

$$G_{dm}(\beta) = \mathbf{A}.G_{dm}(0) + \mathbf{B}.(G_{dm}(0))^2$$

Cuyos coeficientes (**A** y **B**) están recogidos en tablas.

A es función del ángulo β y de un coeficiente ρ relacionado con la reflectividad del suelo del campo de paneles. Por defecto este coeficiente de reflexión se supone igual a 0,2.

Otros valores aproximados típicos se recogen en la siguiente tabla:

SUELO	***REFLECTIVIDAD***
Seco	*0,2*
Hierba húmeda	*0,3*
Desierto de arena	*0,4*
Nieve	*0,6*

El coeficiente **B** depende de la latitud del lugar, del ángulo de inclinación β y del mes del año.

Por tanto en la tabla (11), para cada mes:

- En la fila 2 se escribe el valor de **A**, según el ángulo β y la reflectividad ρ.
- En la fila 3 se escribe la irradiación sobre el plano horizontal $G_{dm}(0)$, en *kWh/m² x día*.
- En la fila 4 se escribe el valor de **B**, según la latitud ϕ y el ángulo *β*.
- En la fila 5 se escribe el valor $(G_{dm}(0))^2$, (el cuadrado del valor de la fila 3).
- En la fila 6 se calcula, finalmente, $G_{dm}(\beta)$ (en *kW.h/m² x día* como

$$\mathbf{A}.\boldsymbol{G}_{\boldsymbol{dm}}(0)+\mathbf{B}.(\boldsymbol{G}_{\boldsymbol{dm}}(0))^2.$$

Energía que consumirá el sistema

Se calcula la energía media diaria consumida por la instalación en cada mes, a partir del número de aparatos, su potencia de consumo y el número de horas de utilización al día, en cada mes.

A) Aparatos de corriente continua. Para cada mes se rellena la *tabla 12*, a partir de:

- El número de equipos de cada tipo (columna 2).
- La potencia de cada equipo, en vatios (columna 3).
- El número de horas al día de uso del equipo, en horas/día (columna 4).

La energía diaria consumida en cada tipo de carga, en Wh/día se calcula entonces como:

Número de equipos x Potencia (W) x Uso (Horas/día)

En la ausencia de convertidores CC/CC la suma de los valores de energía consumida por los equipos es la *energía total consumida en corriente continua*.

En el caso (no es muy habitual) de que éste convertidor se emplee, la energía total debe calcularse como:

$$E_{TOTAL}\,DC = E_{TOTAL}\,DC(\text{antes convertidor})\ 1/\eta_{70}$$

E_{TOTAL} *DC* es el valor que se pone en la fila 7 de la *tabla 11*.

B) Aparatos de corriente alterna. Análogamente se rellena la *tabla 13* y se calcula la energía consumida en un día medio del mes de cada elemento, en Wh/día.

La suma de los valores de energía consumida es la Energía total consumida en corriente alterna, antes del convertidor, E_{TOTAL} *AC(a,conv.)*

Al hacer uso del convertidor CC/CA, la energía total necesaria para cada caso, se debe calcular de nuevo como:

$$E_{TOTAL}\ AC = E_{TOTAL}\ AC(a\ conv.)\ 1/\eta_{70}$$

C) La energía total consumida, suma de la energía consumida en continua y la consumida en alterna, se escribe en la fila 9.

$$I_m = \frac{E_{TOTAL}}{G_{dm}(\beta).V_N} \cdot 1 \frac{k.W}{m^2}$$

Corriente necesaria en el mes peor

Para cada mes se calcula la corriente I_m y se escribe en la Fila 10.

La I_m (MES PEOR) será la mayor de las I_m y el cálculo de la instalación se hace en función de los datos de ese mes.

Debido a las pérdidas tanto en el regulador como en el acumulador, y a que los paneles pueden **no** trabajar en su punto de máxima potencia , la energía que deben proporcionar los mismos es algo mayor que la I_m(MES PEOR) antes calculada:

$$I_{m\,\mathrm{MAX}} = 1{,}2.I_m(\mathrm{MES\ PEOR})$$

Una vez determinado el mes peor, y con los valores de Im_{MAX} y de la E_{TOTAL}(MES PEOR) se procede a realizar los cálculos finales, que aparecen recogidos en la tabla 14.

Paneles

El número de paneles en serie N_{PS} es el número entero inmediatamente superior al cociente entre la tensión nominal del sistema y la tensión de máxima potencia del panel.

$$N_{PS} = \frac{V_N}{V_{mp}}$$

Para calcular el número de paneles en paralelo (N_{PP}), se divide el valor de I_{mMAX} entre la intensidad en el punto de máxima potencia del panel y se toma el entero inmediatamente superior:

$$N_{PP} = \frac{I_{mMAX}}{I_{mp}}$$

El número total de paneles es: N_{PS} x N_{PP}

Acumulador

El acumulador determina la tensión del sistema (de hecho, es él quien la fija).
Primero se calcula la capacidad de almacenamiento requerida por el sistema (capacidad necesaria *Cnec*). Esta capacidad del sistema depende de la energía

necesaria en el mes peor y del valor de los días de autonomía (*N de autonomia*) que el proyectista fije.

$$C_{Nec}(Ah) = \frac{E_{TOTAL\,(MES\,PEOR)}}{V_N} \cdot N_{de\,autonomia}$$

Obs: Existen bibliografías que utilizan el consumo diario (en *A.h*) como siendo la energía total (E_{TOTAL}/V_N).

La capacidad nominal de la batería *CNOM* que necesitamos es:

$$C_{NOM}\,(Ah) = \frac{C_{Nec(Ah)}}{PD_{máx}(\%)} \cdot 100$$

Hay que tener en cuenta que las baterías pierden capacidad cuando las temperaturas son muy bajas. Este factor de corrección por temperatura depende del régimen de descarga.

A su vez la capacidad de la batería también varía con el régimen de descarga (es mayor a corrientes de descarga más bajas).

El régimen de descarga medio se puede obtener como:

$$Régimen\ de\ descarga\ medio = \frac{N_{de\,autonomia} \cdot tiempo\ de\ operación\ de\ cargas}{PD_{máx}}$$

Donde el tiempo medio de operación de las cargas es de: 24 horas en el caso de un consumo constante diario, el tiempo de operación de la carga en el caso de un solo consumo, o un tiempo promedio de operación en el caso de varios consumos operando diferentes tiempos.

$$Tiempo\ \ operación\ \ medio\ \ (horas) = \frac{\sum consumo \cdot tiempo\ de\ operación}{\sum consumo} = \frac{Wh\,/\,día}{W}$$

Para calcular el número de baterías en serie (N_{bs}), dividimos la tensión nominal de la instalación (V_N) entre la tensión nominal de la batería (V_{NBat}):

$$N_{bs} = \frac{V_{\mathrm{N}}}{V_{\mathrm{NBat}}}$$

El número de baterías conectadas en paralelo viene determinado por el cociente entre la capacidad necesaria de batería y la capacidad nominal de una sola batería:

Regulador

$$N_{bp} = \frac{C_{NOM_{TOTAL}}}{C_{N\,de\,una\,batería}}$$

Por cuestiones de seguridad, se debe elegir un regulador que pueda disipar una intensidad máxima I_{maxReg} un 20% mayor que la intensidad máxima que proporciona el campo de paneles:

$$I_{max\,Reg} = 1{,}2 \,.\, N_{pp}.I_{mp}$$

Inversor (convertidor CC/CA)

Para evitar calcular en exceso el inversor, y el consiguiente coste adicional, hay que tener en cuenta, no la potencia que ha de entregar a todos sus equipos, sino la potencia que ha de entregar a los que puedan funcionar simultáneamente.

Tendido de los cables

Hay que calcular la ***longitud*** y la ***sección*** del cable que se va a usar para conectar los diferentes elementos del sistema fotovoltaico.

- ***Longitud*:** Conviene instalar lo más cerca posible entre sí los paneles fotovoltaicos, el sistema de regulación y el sistema de acumulación. De esta forma, las caídas de tensión en los cables son menores, las secciones necesarias también, así como la longitud del cable y su coste.

- ***Sección*:** Se elige en función de la longitud de los cables y de la corriente que circula por ellos con el fin de minimizar las caídas de tensión. Para calcular la sección del cable hace falta conocer:

  - La corriente máxima I_{MC} que va a circular por el conductor. En el caso del tramo paneles-acumulador es la I_{mMAX} calculada para cada mes. En los demás tramos depende de las cargas conectadas al tramo.
  - La caída de tensión ($V_a - V_b$) admisible en el cable. Esta tensión se calcula sumando las caídas individuales, que se expresan en función de la tensión nominal de trabajo.
  - La longitud L.

La sección del cable viene determinada por la Ley de Ohm:

$$\boldsymbol{S}(\boldsymbol{mm}^2) = \mathrm{r}(\Omega\mathrm{mm}^2/\mathrm{m}) \,.\, \boldsymbol{L}(\boldsymbol{m}) \frac{\boldsymbol{I}_{\boldsymbol{mMAX}}(\boldsymbol{A})}{(\boldsymbol{V}_{\boldsymbol{a}}(\boldsymbol{V}) - \boldsymbol{V}_{\boldsymbol{b}}(\boldsymbol{V}))}$$

Donde ***S*** es la sección, ***r*** es la resistividad (propiedad intrínseca del material: para el cobre, 0,01786 Ω mm2/m) y ***L*** la longitud.

Se elige, dentro de las secciones de conductor que ofrece el mercado, la inmediatamente superior a la que se obtiene de la fórmula. En cualquier caso, la sección nunca debe ser inferior, aunque la fórmula así lo permita, a unos límites que se imponen por razones de seguridad. Para el cable que conecta paneles y acumulador, éste mínimo es de 6 mm^2. Para los demás tramos, ese mínimo es de 4 mm^2.

Tramo del sistema	***Caída de tensión (% de V_N)***
Conjunto de paneles- acumulador	*1 %*
Acumulador - Convertidor	*1 %*
Linea principal	*3 %*
Linea principal - Iluminación	*3 %*
Linea principal - equipos	*5 %*

Ejemplo de Dimensionado

Instalación Centralizada

Central fotovoltaica en Noto – Senegal (75 km de Dakar)

- Poblado de 500 habitantes.
- Se realiza mucha actividad comunitaria y se hace mucha vida conjunta, lo cual determina las necesidades que se quieren cubrir
- La Central alimenta dos bombas de agua, un centro de salud, un molino de trigo, una máquina de hielo, un centro comunitario y la iluminación privada y pública del poblado

Cálculos (Dimensionado) simplificado de la instalación que cubre las siguientes necesidades:

- Iluminación pública en quince puntos.
- Centro comunitario con puntos de luz, televisión y equipos de música.
- Molino de trigo.

Se supone consumo constante a lo largo del año, lo cual implica que el mes peor será aquel para el que la radiación sobre el plano inclinado sea menor.

Datos previos

Se recogen en la *tabla 10* los datos del sistema.
Los que no se han rellenado se deducirán a partir de los cálculos posteriores.

Tabla 10: DATOS PREVIOS

DATOS GENERALES

LATITUD DEL LUGAR (º) 14.7

DATOS DE RADIACION (*Gdm*(0), en kWh/m x día)

EN	FB	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
5.1	6.1	6.7	7.1	6.9	6.4	5.6	5.3	5.3	5.6	5.1	4.7

PANELES:

TENSION DE MAXIMA POTENCIA *(Vpmáx)*	>12 V
INTENSIDAD DE MAXIMA POTENCIA *(Ipmáx)*	3 A

ACUMULADORES:

CAPACIDAD NOMINAL A 100H (C_{NBat})	
TENSION NOMINAL (V_{NBat})	48
PROF. MAX. DESCARGA (PD_{MAX})	0.5

REGULADOR:

TENSION NOMINAL (V_{NReg})	48
INTENSIDAD MAXIMA (I_{maxReg})	

CONVERTIDORES DC/AC:

TENSION NOMINAL (V_{NConv})	48 V DC / 220 V AC
POTENCIA INSTANTANEA (P_{Iconv})	1500 W, 200 W
RENDIMIENTO AL 70% (η_{70})	0.9

ELECCIONES DEL PROYECTISTA CON LOS USUARIOS:

DIAS DE AUTONOMIA *(N)*	3
TENSION NOMINAL (V_N)	48

Los equipos de consumo se alimentan con corriente alterna, para evitar instalar cables para continua muy largos y gruesos. Se agrupan los equipos en dos, con objeto de que los convertidores funcionen cerca de la plena carga; uno de ellos será de 1000 W, para conectar el molino de grano, o las farolas (que no es lógico que se conecten simultáneamente); otro de 200 W, se conecta a los equipos del centro comunitario.

Las condiciones climatológicas del lugar permiten fijar el número de días de autonomía en 3. Además elegimos una tensión nominal de 48 V.

Cálculos

Se rellena la *tabla 11*:

- *Fila 1*: Se orientan los paneles al sur (acimut α = 0º), y como la latitud es de 15º, y suponemos consumo constante, inclinación β =15º + 10º = 25º.
- Datos de la *fila 2 a 6*: Se rellenan consultando las tablas. Se ha considerado una reflectividad ρ = 0,2. El mes peor resulta ser Julio.
- Datos de las *filas 7 a 10*: Se recogen los cálculos tal y como se indica en la tabla.

Se realizan los cálculos finales en la tabla 14.

Tabla 11: ELECCION DEL MES PEOR

LUGAR: NOTO, SENEGAL
LATITUD: 15º
TENSION NOMINAL DE LA INSTALACION V_N(V): 48 V

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
(1)	INCLINACIÓN β	25º											
(2)	FACTOR A	0.963											
(3)	$G_{dm}(0)$ (Kwh/m²xdía)	5.1	6.1	6.7	7.1	6.9	6.4	5.6	5.3	5.3	5.6	5.1	4.7
(4)	FACTOR B	0.0504	0.0305	0.0109	-0.0048	-0.0155	-0.0204	-0.0182	-0.0093	0.0047	0.0238	0.0452	0.0580
(5)	$(G_{dm}(0))^2 = (3)^2$	26	37	45	50	48	41	31	28	28	31	26	22
(6)	$G_{dm}(\beta)$ (Kwh/m²xdía) = A x $G_{dm}(0)$+Bx$(G_{dm}(0))^2$	6.22	7.00	6.94	6.59	5.90	5.33	4.82	4.84	5.23	6.14	6.08	5.81
(7)	E_{TOTAL}(DC) (Wh/día)	0											
(8)	E_{TOTAL}(AC) (Wh/día)	4990											
(9)	$E_{TOTAL} = E_{TOTAL}$(DC) + E_{TOTAL}(AC) (Wh/día)	4990											
(10)	$Im = E_{TOTAL}$ x 1Kw/m²/ ($G_{dm}(\beta)$ x V_N) (A)							21.57					

I_m(MES PEOR)(A) =	21.57	PARA EL MES DE	Julio	E_{TOTAL}(MES PEOR) =4990 Wh/día
I_{mMAX}(A) = 1'2 x I_m(MES PEOR) =25.88 A				

Tabla 13: CÁLCULO DE LA ENERGÍA CONSUMIDA POR LOS EQUIPOS AC

DESCRIPCION DEL EQUIPO DE CORRIENTE ALTERNA	NUMERO DE EQUIPOS (1)	POTENCIA NOMINAL DE CADA EQUIPO (2)	HORAS-DIA: HORAS DIARIAS DE USO (3)	ENERGIA CONSUMIDA (Wh/día) E=(1) x (2) x (3)
FAROLAS	15	50 W	3h	2250 Wh
MOLINO	1	1000 W	2h	2000 Wh
PUNTO LUZ	1	20 W	3h	60 Wh
TELEVISIÓN	1	30 W	2h	60 Wh
VÍDEO	1	30 W	2h	60 Wh
EQUIPO MÚSICA	1	30 W	2h	60 Wh

E_{TOTAL} AC(a.conv.) =	4490 Wh
E_{TOTAL} AC= E_{TOTAL}AC(a.conv.) /0.9=	4990 Wh

Tabla 14: CÁLCULOS FINALES	

PANELES

PANELES EN SERIE (N_{PS})	$N_{PS} = V_N / V_{Pmax} = 4$
PANELES EN PARALELO (N_{PP})	$N_{PP}=I_{mMAX} / I_{Pmax} = 25.88/3 \cong 9$
Nº TOTAL DE PANELES	$N_{TOT} = 4 * 9=36$ PANELES

ACUMULADORES

CAPACIDAD NECESARIA (C_{NEC})	$C_{NEC}=(E_{TOTAL}$(mes peor)$/V_N)XN_{Aut}$=312 Ah
CAPACIDAD NOMINAL (C_{NOM})	$C_{NOM}=C_{NEC}/PD_{MAX}$=624 Ah
EN SERIE (N_{BS})	$N_{BS}=V_N/V_{NBat}= 4$

REGULADOR

$ImaxReg= 1.2 X N_{pp} x I_{pmáx}$	32.5 A

Resultados

El sistema obtenido se compone de:

- 36 paneles de 50 *Wp*, 4 en serie y 9 en paralelo.
- 4 baterías en serie de 12 *V*, ó 24 vasos (elementos) de 2 *V*, con capacidad mínima de 624 *Ah*, según disponibilidad en el mercado.
- Un regulador de corriente mayor de 32,5 *A*, según disponibilidad en el mercado.
- Dos convertidores 48 *V CC* / 220 *V CA*, uno de 1000 *W* y el otro de 200 *W*.