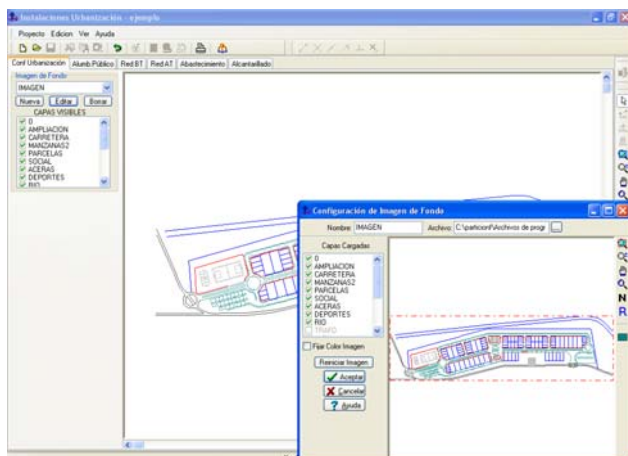


# RENOVABLES – Instalaciones de Energías Renovables: Solar Fotovoltaica y Eólica.

## Presentación

El programa **RENOVABLES** es uno de los módulos del paquete integrado de instalaciones en urbanización (aunque se podrán calcular instalaciones sobre cubierta de edificaciones). Un módulo común para todas las instalaciones del paquete es la “**Configuración de la urbanización**”. Este módulo permite definir gráficamente la urbanización donde dibujar todas las infraestructuras (electricidad, abastecimiento, etc).

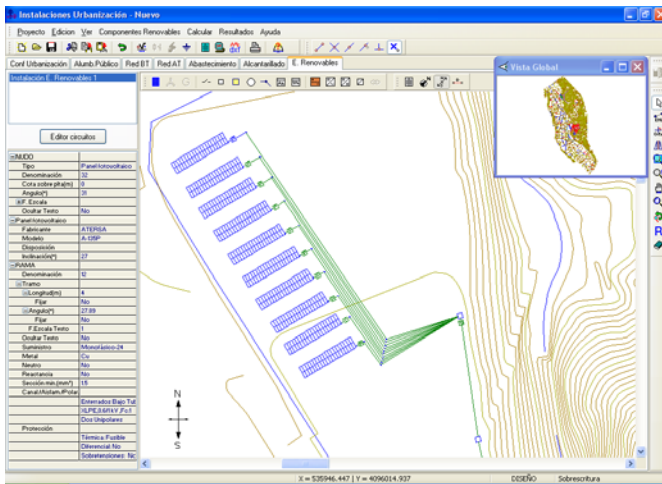


### Visión general del módulo Configuración Urbanización

- Posibilidad de cargar el dibujo de la urbanización en *DWG*, *DXF*, *BMP*, *TIF* y *JPG*.
- Posibilidad de activar o desactivar *capas* de las imágenes importadas.
- Posibilidad de cambiar el *color* de las imágenes importadas.
- Posibilidad de capturar sólo una *zona* de la imagen de fondo.

A grandes rasgos, el programa RENOVALES presenta 6 zonas bien diferenciadas.

- **Menú general** de opciones (Proyecto, Edición, Ver, Nudos, Cálculos, Resultados y Ayuda).
- Botonera de **acceso directo** a los comandos más usuales (nuevo, abrir, salvar, cortar líneas y/o nudos, copiar líneas y/o nudos, pegar líneas y/o nudos, deshacer, calcular el proyecto a calentamiento y caída de tensión, calcular el proyecto a sobrecargas, calcular el proyecto a cortocircuito, acceder al anexo de cálculo, acceder a la medición del proyecto, generar los esquemas en fichero DXF, imprimir, presentación previa, acceso a las bases de datos y ayuda).
- Paleta de **Componentes Gráficos (tipo de nudos)** para definir la instalación (panel FV, aerogenerador, bloque de baterías, inversor, etc).
- Paleta de **Herramientas** con todas las **funciones gráficas de diseño** (enlace de nudos, incluso posibilidad de hacer redes malladas, rotar, modo orto, zoom ventana, zoom en tiempo real, encuadre en tiempo real, zoom previo, zoom todo, redibuja y borrar líneas).
- Ventana de **Propiedades de Componentes**, donde definir los datos y parámetros de cada nudo y línea (longitud de la línea, suministro, metal, reactancia, aislamiento, canalización y polaridad, protecciones, etc).
- Zona de **edición gráfica**, donde se dibuja la red eléctrica (es la zona donde se ve reflejado este ejemplo).



## Visión general del programa RENOVABLES

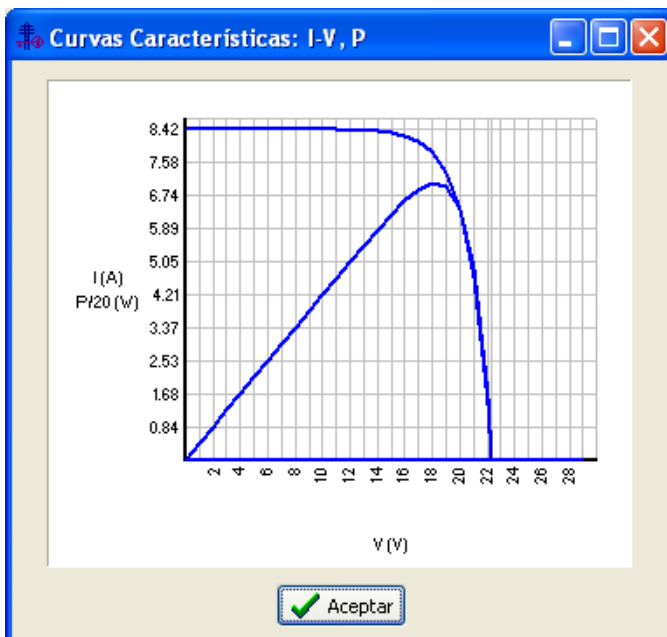
- *Control total* de la instalación, pues es posible observar el dibujo completo de la red de un simple vistazo.
- *Diseño* de la instalación de forma muy sencilla e intuitiva.
- *Accesibilidad* instantánea a todas las opciones y funciones que incorpora el programa.
- *Modificación* instantánea de cualquier dato o parámetro de un nudo, línea o conjunto de éstos, con una simple selección de la zona deseada y aplicación de los nuevos valores.

El programa contempla **bases de datos** de Condiciones Climáticas de poblaciones (radiación solar, días de autonomía de la instalación cubiertos por las baterías, etc), Módulos FV, Aerogeneradores, Baterías, Equipos eléctricos (para el estudio de necesidades en instalaciones autónomas), Reguladores, Conductores, Tubos, Protecciones, etc.

Características Eléctricas *	
Potencia máxima Pmax (W):	250
Tensión de vacío Voc (V):	37.6
Corriente de c. c. Isc (A):	8.91
Coef. Tª Pmax (%/°C):	-0.43
Coef. Tª Isc (%/°C):	0.04
Voltaje máxima potencia Vmp (V):	29.53
Corriente máxima potencia Imp (A):	8.45
Eficiencia módulo Efm (%):	15.35
Coef. Tª Voc (%/°C):	-0.32
NOCT (°C):	47

## Biblioteca de módulos FV

- *Biblioteca de módulos FV* de fabricantes. Fabricantes por defecto: SOLARIA, ATERSA, etc. Posibilidad de añadir otros fabricantes.
- La base de datos contempla: Dimensiones, Potencia máxima o pico, Tensión de vacío (a circuito abierto), Corriente de c.c., Voltaje y Corriente de máxima potencia, Eficiencia, NOCT y Coeficientes de Tª.
- *Curvas Características* de los módulos fotovoltaicos: Intensidad-Tensión y Potencia.



A la hora de calcular un proyecto, se puede acceder a las **Condiciones Generales** y consultar, definir o modificar los datos o hipótesis de partida. Los valores por defecto son los más usuales y están de acuerdo al Reglamento de B.T. (RD 842/2002).

### Condiciones generales del proyecto

- Configuración de la Instalación: Aislada de red (autónoma) o Conectada a red.
- Optimización de la instalación, trabajando en modo de cálculo *diseño*, o *comprobación* de instalaciones existentes.
- Tensión/es del proyecto (continua o alterna) y caída de tensión máxima.
- Temperatura para calcular la conductividad y resistividad eléctrica (XLPE, EPR y PVC).
- Datos automáticos del recurso fotovoltaico en función de la localidad.
- Datos del recurso eólico.
- Fabricantes de módulos FV, Aerogeneradores y Baterías.
- Parámetros de diseño: pérdidas y ganancias energéticas, datos de baterías, etc.

Para realizar el cálculo de una instalación solar FV o eólica, se accederá a la **Paleta de Componentes (tipos de nudos)**, se hará un clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono deseado (panel FV, aerogenerador, arqueta, etc), se desplazará hasta la **zona de edición gráfica** elegida por el usuario y se hará otro clic sobre el botón izquierdo. Cada vez que se hace un clic, en la zona de edición gráfica, se introduce en la red un nudo (arqueta, etc) y un tramo de línea eléctrica (de cobre o aluminio, con un aislamiento determinado, etc) que lo une al nudo anterior, del que parte.

De gran ayuda resulta disponer de la planta de la urbanización, polígono industrial, solar, cubierta de un edificio, etc, cargada como imagen de fondo (DWG, DXF, BMP o TIF), pues con sólo ir colocando los nudos en los lugares deseados por el usuario, quedará establecida automáticamente la distancia entre ellos. También es posible fijar esta distancia.

De esta manera tan sencilla se realiza un proyecto con muchos nudos en muy pocos minutos.

Las **características de nudos y líneas** (disposición de paneles FV, longitud de una rama, etc), en el proceso de introducción de la instalación, quedarán definidas en la **Ventana de Propiedades** (datos y parámetros). Esta ventana también se utilizará para modificar características de nudos y líneas ya dibujados.

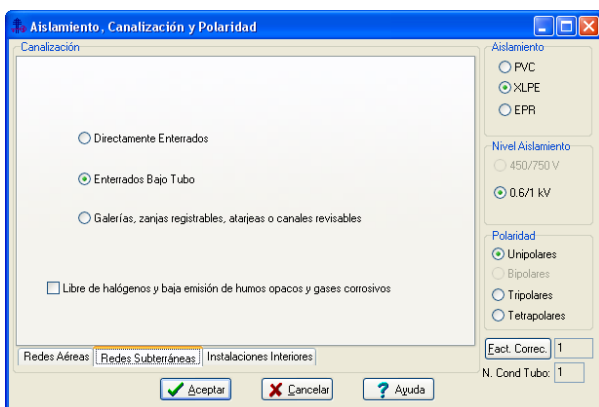
Instalación MIXTA FV-EOLICA  
Instalación FV conectada a red

Editor circuitos

<input type="checkbox"/> NUDO	
Tipo	Panel fotovoltaico
Denominación	6
Cota sobre pila(m)	0
Ángulo(*)	31
±F. Escala	
Ocultar Texto	No
Tensión asignada(V)	48
<input type="checkbox"/> Panel fotovoltaico	
Fabricante	ATERSA
Modelo	A-230P
Disposición	
Inclinación(*)	27
<input type="checkbox"/> RAMA	
Tipo	Conductor
Denominación	3
<input type="checkbox"/> Tramo	
<input type="checkbox"/> Longitud(m)	
Fijar	No
<input type="checkbox"/> Ángulo(*)	
Fijar	326.82
<input type="checkbox"/> F. Escala	
Ocultar Texto	No
Metal	Cu
Sección mín.(mm²)	2.5
Canal./Aislam./Polar	
	Direct. Enterrados (R.Subt)
	0,6/1 kV, XLPE, Fc:1
	RV-K Eca, Dos Unipolares
<input type="checkbox"/> Protección	
	Térmica: Fusible
	Diferencial: No
	Sobretensiones: No

## Ventana de Propiedades

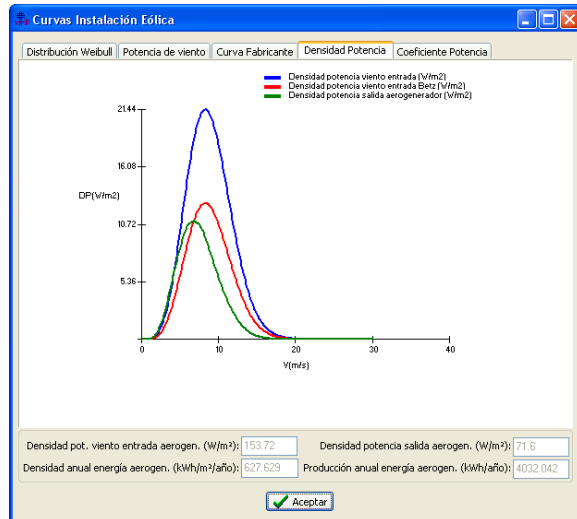
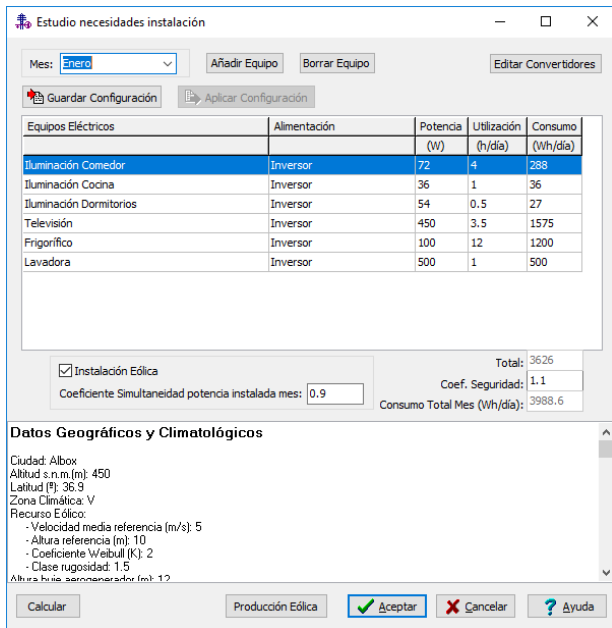
- *Editor de circuitos*, para calcular diferentes instalaciones dentro del mismo proyecto.
- *Tipo nudo*, para la modificación de uno o varios nudos ya introducidos.
- *Denominación* de nudos y líneas, para su identificación en el anexo de cálculo.
- Posibilidad de *fixar la longitud de una línea y el ángulo* (coordenadas polares).
- *Tensión asignada y metal* utilizado.
- Posibilidad de calcular con o sin *reactancia*.
- En modo de cálculo *Comprobación*, posibilidad de *fixar la sección y el número de conductores por fase*.
- Consultar, definir o modificar el aislamiento, la canalización y la polaridad de la línea (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores).
- Incorporación de *protecciones* (térmica, diferencial y sobretensiones) en los lugares establecidos por el usuario o recomendados por el programa.
- Definición de los paneles FV (nº de módulos por fila, inclinación, conexionado en serie, etc).
- Etc.



## Opciones de Aislamiento, Canalización y Polaridad

- Redes aéreas (ITC-BT-06), Redes subterráneas (ITC-BT-07 y UNE 211435) e Instalaciones interiores (ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52). Factores de corrección por instalación y temperatura.
- Aislamiento: PVC, Polietileno Reticulado y Etileno-propileno.
- Nivel Aislamiento (fase-tierra y fase-fase): 450/750 V y 0,6/1 kV.
- Polaridad: Unipolares o Multiconductores.

Si el usuario no conoce a priori el nº de módulos FV y aerogeneradores necesarios podrá utilizar la **Ficha para Estudio de Necesidades**. En ésta, con sólo definir la localidad, los equipos eléctricos de la instalación (en instalaciones autónomas) y el fabricante, el programa calculará automáticamente el consumo energético mensual (en instalaciones autónomas), la potencia instalada y simultánea, el rendimiento energético de la instalación, la potencia útil de los módulos FV, el nº de módulos FV necesarios, la energía generada (en instalaciones conectadas a red), el aerogenerador necesario, la potencia de entrada del viento y la entregada por el aerogenerador, la producción anual, la capacidad y nº de baterías (en instalaciones autónomas), la potencia y tensiones de los convertidores, la separación entre filas de paneles, las pérdidas energéticas y potencia pico a instalar cuando la instalación esté condicionada por el CTE, etc. **Diagramas de Producción FV y Curvas de la instalación Eólica**.



Curvas de la instalación Eólica

### Ficha para Estudio de Necesidades

También existen opciones de ayuda al diseño: *Mostrar la dirección Norte-Sur* del dibujo, para orientar adecuadamente los paneles FV en planta y posibilidad de obtener la *Distancia entre dos puntos*, para comprobar la separación entre filas de paneles FV en planta.

Una vez diseñada la instalación, el programa **calcula automáticamente** todas las secciones a calentamiento y caída de tensión, la protección a sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos), la intensidad nominal de los reguladores, etc, aplicando para ello *cálculo matricial* y *algoritmos de optimización*.

Una vez calculado el proyecto se puede acceder a los **resultados** desde tres puntos de vista:

- Haciendo un *zoom ventana* sobre el dibujo y observando minuciosamente todos los datos obtenidos.
- Accediendo a los *resultados del proyecto*: Memoria Descriptiva, Anexo de Cálculos, Pliego de Condiciones, Medición y Planos.
- Abriendo las ventanas de *Resultados de Líneas*, *Resultados de Nudos* y *Resultados de Cortocircuito*.

Rama	N.Orig.	N.Dest.	Long.(m)	I.Cálc.(A)	Sección(mm²)	I.Adm.(A)	Prot.Térmica	In/Sens.Diferenc.
1	1	3	19	7.99	2x25	125	Fusibles 10A	
2	3	6	15	-7.99	2x25	125	Fusibles 10A	
3	3	9	13	-7.99	2x25	125	Fusibles 10A	
4	3	10	14	23.97	2x50	185	Fusibles 25A	
5	12	11	21	7.99	2x25	125	Fusibles 10A	
6	11	16	16	-7.99	2x25	125	Fusibles 10A	
7	11	10	12	15.98	2x25	125	Fusibles 16A	

### Ventana de resultados de líneas

- Longitud de cada línea, intensidad de cálculo por línea, sección elegida, intensidad máxima admisible de la sección y protección del conductor por interruptor automático o fusibles.

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión(V)	C.d.t.(%)	Carga	IK3max(kA)	IK1max(kA)	IK1min(kA)
1	Panel FV	1.176		2.45	7.99 A		0.78857	0.42822
3	Arqueta	0.962		2.004			1.33662	0.80565
6	Panel FV	1.131		2.356	7.99 A		0.86307	0.47507
9	Panel FV	1.108		2.309	7.99 A		0.90586	0.50257
10	Arqueta	0.725		1.511			1.79666	1.19309
11	Arqueta	0.996		2.075			1.12996	0.65397
12	Panel FV	1.232		2.567	7.99 A		0.68508	0.36519

### Ventana de resultados de nudos

- Función del nudo, caída de tensión acumulada (voltios), caída de tensión acumulada (%), carga e intensidad de cortocircuito en cada nudo, etc.

Rama	N.Orig.	N.Dest.	IKmax(kA)	PdeC(kA)	IKmin(kA)	In; Curvas
1	1	3	1.34517	50	0.43677	10
2	3	6	1.34517	50	0.48362	10
3	3	9	1.34517	50	0.51112	10
4	3	10	1.82231	50	0.8313	25
5	12	11	1.13851	50	0.37374	10
6	11	16	1.13851	50	0.41664	10

### Ventana de resultados de cortocircuito

- Intensidad de c.c. en origen de línea, poder de corte, intensidad de c.c. en fin de línea, etc.

## Características Principales

### Proyecto

- Crear un proyecto **nuevo**.
- **Abrir** un proyecto existente.
- **Salvar** un proyecto a disco.
- Salvar un proyecto existente con otro nombre diferente al que se identificó por primera vez (**salvar como**) y así tener dos proyectos iguales con nombres diferentes.
- Cargar una **imagen de fondo** en formato DXF, DWG, BMP o TIF (planos vectoriales o escaneados), que nos servirá para diseñar la red gráficamente, olvidándonos de la incómoda toma de datos previos que siempre era necesaria antes de introducir los trabajos en el ordenador (longitud de ramas, ángulos, etc), pues al diseñar y dibujar sobre un plantilla real, con sólo posicionar el cursor del ratón en la zona de edición gráfica, obtenemos las coordenadas de cada nudo.
- Acceder a las **condiciones generales** del proyecto que se vaya a realizar. Esta opción permite:
  - Calcular instalaciones FV, eólicas o híbridas (mixtas).
  - Calcular instalaciones aisladas de red (autónomas) o conectadas a red.
  - Seleccionar la provincia y ciudad del proyecto, para obtener automáticamente la altitud s.n.m., temperatura mínima histórica, latitud, longitud, zona climática según CTE, radiación solar sobre la superficie de paneles FV, días de autonomía de la instalación cubiertos por las baterías, etc.
  - Definir factores de corrección sobre la radiación solar: Situación ambiental, suciedad y envejecimiento, pérdidas por orientación y pérdidas por sombras.
  - Definir el periodo de utilización de la instalación solar, con el fin de obtener automáticamente la inclinación óptima, definir el azimut del panel FV, la situación de paneles FV en cubierta (caso general, superposición o integración) para calcular las pérdidas energéticas según CTE, definir la cubierta del edificio (plana o inclinada) para calcular automáticamente la separación entre paneles FV y la distancia a antepechos cercanos y posibilidad de definir las pérdidas globales por sombras (para su verificación según CTE) y las pérdidas por sombras en cada mes, para corregir la radiación solar sobre la superficie de paneles FV.
  - Definir los datos del recurso eólico: velocidad media y altura de referencia, Coeficiente de Weibull (K), tipo de terreno y clase de rugosidad, altura del buje del aerogenerador, etc.
  - Definir las pérdidas energéticas en instalaciones FV: rendimiento baterías, autodescarga baterías, convertidor, regulador, equipos y cableado.
  - Definir las ganancias energéticas en instalaciones FV: sistema de seguimiento solar.
  - Definir los datos de las baterías: profundidad de descarga, temperatura media de trabajo, etc.
  - Definir el fabricante de los paneles FV, aerogeneradores y baterías, para trabajar con sus características eléctricas.
  - Trabajar en modo *diseño*, optimizando la instalación, o *comprobar* instalaciones existentes.
  - Calcular circuitos en corriente continua o alterna (trifásicos o monofásicos).
  - Fijar la *caída de tensión máxima* en las diferentes partes de la instalación.
  - Fijar el  $\cos \varphi$  (factor de potencia).
  - Calcular automáticamente o fijar la temperatura para obtener la conductividad y resistividad eléctrica.
  - Consultar o modificar la *simbología gráfica* de los iconos a utilizar en el diseño de la instalación FV o eólica.
  - *Escalar automáticamente* el tamaño de los símbolos y textos en el dibujo de la red eléctrica.
  - Posibilidad de trabajar con la gama de secciones que el usuario desee (en redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores).
- Acceder a las **bases de datos** del programa, para su consulta, modificación o ampliación. Estas contienen:
  - *Módulos FV*.
  - *Aerogeneradores*.
  - *Baterías*.
  - *Equipos eléctricos*.
  - *Reguladores*.
  - *Condiciones climáticas* de las poblaciones (radiación solar, etc).
  - *Zonas climáticas* según CTE.
  - *Conductores desnudos*, según ITC-BT-06

- *Conductores trenzados para redes aéreas, XLPE, 0,6/1 kV*, según ITC-BT-06.
  - *Redes subterráneas, 0,6/1 kV*, según ITC-BT-07 y UNE 211435.
  - *Instalaciones Interiores*, según ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52.
  - *Factores de corrección por temperatura* para todos los tipos de canalizaciones (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores; ITC-BT-06, ITC-BT-07, ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52).
  - *Factores de corrección por instalación* para todos los tipos de canalizaciones (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores; ITC-BT-06, ITC-BT-07, ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52).
  - *Protecciones (fusibles, interruptores magnetotérmicos-automáticos e interruptores diferenciales)*.
  - *Tensión de cortocircuito en trafos (%), poderes de corte e intensidad de fusión de fusibles en 5 S*.
  - *Tubos para canalizaciones fijas en superficie, canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y canalizaciones enterradas (ITC-BT-21)*.
- Seleccionar o cambiar el **editor de textos** que lleva el programa por defecto y dar la posibilidad de visualizar la memoria descriptiva, el anexo de cálculo, el pliego de condiciones y la medición en otro elegido por el usuario (word, wordperfect, etc).
  - **Fijar la escala de impresión** o **ajustar** al formato deseado.
  - Hacer una **presentación previa** del esquema de la red antes de la salida directa a impresora o a ploter.
  - **Imprimir** el gráfico que se esté viendo en ese momento en la zona de edición gráfica.

## Edición

- **Deshacer** operaciones realizadas anteriormente.
- **Cortar** líneas y nudos de la instalación FV o eólica.
- **Copiar** líneas y nudos de la instalación FV o eólica.
- **Pegar** líneas y nudos, anteriormente cortados o copiados, en determinados lugares de la urbanización, solar, cubierta de un edificio, etc.
- **Enlazar** nudos de la instalación FV o eólica.
- Trabajar en **modo Orto**, definiendo la red según unos ejes ficticios de un sistema de coordenadas cartesianas X,Y.
- **Rotar** partes o toda la instalación FV o eólica.
- **Borrar** líneas y nudos de la instalación FV o eólica.

## Ver

- La **Ventana de Resultados de Nudos**, para observar los cálculos de la caída de tensión acumulada (V y %), la tensión y carga de cada nudo y la intensidad de cortocircuito máxima y mínima.
- La **Ventana de Resultados de Líneas**, para observar la intensidad de cálculo de cada línea, la sección elegida, la intensidad máxima admisible y la protección seleccionada.
- La **Ventana de Resultados de Cortocircuito**, para observar la intensidad permanente de cortocircuito en origen y fin de línea, el poder de corte de los elementos de protección, etc.
- La lista de **Mensajes** de errores o advertencias.
- **Redibujar** el esquema.
- **Zooms** de todo tipo (zoom ventana, zoom en tiempo real, encuadre en tiempo real, zoom previo, zoom todo, etc).
- **Vista global**, con el fin de no perder nunca la referencia de la zona del dibujo en la que estamos trabajando.
- Visualizar u ocultar **una imagen** de fondo (planta de una urbanización, etc) anteriormente cargada.
- Visualizar u ocultar los **nudos-ramas**, el texto de los nudos y el texto de las ramas de la instalación FV o eólica.
- Cambiar el **color de fondo** de la zona de edición gráfica.

## Nudos

- **Paleta de Componentes Gráficos (tipos de nudos)** para diseñar el esquema de la instalación FV o eólica (panel FV, aerogenerador, generador especial -grupo electrógeno, etc-, regulador,



caja de registro, arqueta, poste, cambio de dirección, contador Ah, contador Wh, baterías, inversor, convertidor cc/cc, cuadro BT, trafo, etc).

## Ventana de Propiedades

- *Tipo nudo*, para la modificación de uno o varios nudos ya introducidos.
- *Denominación* de nudos y líneas, para su identificación en el anexo de cálculo. Carga en cada nudo de la red (A, W, kW o CV) en el circuito secundario, si fuese necesario.
- Posibilidad de *fixar la longitud de una línea y el ángulo* (coordenadas polares).
- *Metal* utilizado (Cu o Al).
- Posibilidad de calcular con o sin *reactancia*.
- En modo de cálculo *Comprobación*, posibilidad de *fixar la sección y el número de conductores por fase*.
- Consultar, definir o modificar el aislamiento, la canalización y la polaridad de la línea (redes aéreas según ITC-BT-06, redes subterráneas según ITC-BT-07 y UNE 211435 e instalaciones interiores según ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52). Designación de los cables.
- Incorporación de *protecciones* (térmica por interruptor automático o fusibles, diferencial y sobretensiones) en los lugares establecidos por el usuario o recomendados por el programa.

## Cálculos

- **Proyecto**. Cálculo de secciones a calentamiento y caída de tensión, cálculo del diámetro exterior del tubo (cuando exista) y cálculo de la protección diferencial (si fuese necesario) y de la protección a sobretensiones. Métodos de cálculo: cálculo matricial, algoritmos de optimización, etc. Posibilidad de diseñar instalaciones, comprobar instalaciones existentes o adaptar instalaciones a gusto del usuario dando mensajes de error si no cumplen técnicamente.
- **Sobrecargas**. Cálculo, análisis y capacidad de la instalación para soportar las sobreintensidades – sobrecargas. Obtención automática del calibre de los elementos de protección (interruptores magnetotérmicos-automáticos y fusibles).
- **Cortocircuito**. Cálculo de las sobreintensidades – cortocircuitos máximos y mínimos. Obtención del poder de corte de los elementos de protección y corte, etc.

## Resultados

- La **Memoria Descriptiva** muestra las características de la red de distribución. Permite ser cargada en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- El **Anexo de cálculo** proporciona un resumen de fórmulas generales, el estudio de necesidades de la instalación, los resultados obtenidos para las distintas *líneas* (longitud, metal, reactancia, canalización, aislamiento, polaridad, intensidad de cálculo por línea, calibre de las protecciones, secciones calculadas, intensidad máxima admisible, factor de corrección y diámetro de tubo cuando exista) y *nudos* (caída de tensión acumulada, tensión y carga de cada nudo), y el cálculo completo a *cortocircuito* (intensidad de cortocircuito en origen y fin de línea, poder de corte de los elementos de protección, curvas electromagnética válidas, etc). Permite cargar los resultados en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- El **Pliego de Condiciones** muestra de forma minuciosa las características constructivas y de ejecución de todas las instalaciones proyectadas, así como las responsabilidades que debe asumir cada una de las partes que intervienen en la ejecución de la obra. Permite ser cargado en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- La **Medición** muestra el cómputo de toda la aparamenta eléctrica que interviene en el cálculo. Permite cargar los resultados en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.

- Los **Esquemas** muestran los planos generales del proyecto calculado. Salida directa a impresora o generación en fichero DXF, de intercambio con cualquier programa de CAD.

## **Ayudas**

- El programa proporciona **ayudas técnicas** muy didácticas de cada una de las opciones y campos establecidos. Incorpora también filosofía de trabajo del programa, ejemplos prácticos resueltos, etc. Toda esta información queda además recogida en los manuales correspondientes.

## **Memoria Descriptiva**

1. ANTECEDENTES.
2. OBJETO DEL PROYECTO.
3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.
4. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
5. DESCRIPCION DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA AISLADA DE RED.
  - 5.1. GENERALIDADES.
  - 5.2. GENERADORES FOTOVOLTAICOS.
  - 5.3. ESTRUCTURA SOPORTE.
  - 5.4. ACUMULADORES.
  - 5.5. REGULADORES DE CARGA.
  - 5.6. INVERSORES.
  - 5.7. CARGAS DE CONSUMO.
  - 5.8. CABLEADO.
  - 5.9. PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.
  - 5.10. PRUEBAS.
6. DESCRIPCION DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED.
  - 6.1. GENERALIDADES.
  - 6.2. SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS.
  - 6.3. ESTRUCTURA SOPORTE.
  - 6.4. INVERSORES.
  - 6.5. CABLEADO.
  - 6.6. PUESTA A TIERRA.
  - 6.7. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A REDES DE BAJA TENSION.
  - 6.8. PRUEBAS.
7. DESCRIPCION DE LA INSTALACION EOLICA.
  - 7.1. COMPONENTES DE LA INSTALACION.
  - 7.2. GENERADOR ELECTRICO.
  - 7.3. CONTROL DE VELOCIDAD.
  - 7.4. SISTEMAS DE SEGURIDAD.

7.5. SISTEMAS DE CONTROL.

7.6. PROTECCION FRENTE A DESCARGAS ATMOSFERICAS.

8. INFRAESTRUCTURA ELECTRICA.

# Anexo de Cálculos

## Fórmulas Generales

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia. En Corriente continua,  $\cos\varphi = 1$ .

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

## Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$\text{Cu} = 0.017241 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Al} = 0.028262 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\text{max}}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\text{max}}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45

$I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6  $I_n$ ).

## Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

**¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).**

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt:  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt:  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

$I_{k3}$ : Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

$I_{k2}$ : Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

$I_{k1}$ : Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según  $I_{kmax}$  o  $I_{kmin}$ ), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / S_{cc} \quad XQ = 0.995 ZQ \quad RQ = 0.1 XQ \quad \text{UNE\_EN 60909}$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / S_n) \quad RT = (urcc\%/100) (U^2 / S_n) \quad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

$\rho$ : Resistividad conductor, ( $I_{kmax}$  se evalúa a 20°C,  $I_{kmin}$  a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)

$X_u$ : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

\* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

## Fórmulas Resistencia Tierra

### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

## Instalación Fotovoltaica Aislada de Red

### Rendimiento energético de la instalación

$$R = [1 - k_b - k_c - k_v - k_r] \cdot [1 - (k_a \cdot N / P_d)]$$

Siendo,

R: Rendimiento energético de la instalación.

$k_b$ : Coeficiente de pérdidas por rendimiento Baterías.

$k_c$ : Coeficiente de pérdidas en Convertidor.

$k_v$ : Coeficiente de pérdidas en Equipos y Cableado.

$k_r$ : Coeficiente de pérdidas en Regulador.

$k_a$ : Coeficiente de Pérdidas por Autodescarga Baterías.

N: N° Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

$P_d$ : Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

### Potencia útil módulos Fotovoltaicos

$$P_u = P_p \cdot f_t$$

Siendo,

$P_u$ : Potencia útil módulos fotovoltaicos (W).

$P_p$ : Potencia máxima (pico) módulos fotovoltaicos (W).

$f_t$ : Factor temperatura células.

### N° Módulos Fotovoltaicos necesario

$$N_p = E / E_p$$

Siendo,

$N_p$ : Número módulos fotovoltaicos necesario.

E: Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día) =  $E_t / R$ .

$E_t$ : Consumo eléctrico diario en el mes en estudio (Wh/día).

R: Rendimiento energético de la instalación.

$E_p$ : Energía diaria generada por paneles fotovoltaicos en el mes en estudio (Wh/día) =  $P_u \cdot HSP$ .

$P_u$ : Potencia útil módulos fotovoltaicos.

HSP: Recurso fotovoltaico, Horas Sol Pico mes en estudio (h/día).

## Instalación Fotovoltaica Conectada a Red

$$E_g = P_p \cdot N_p \cdot R \cdot HSP \cdot N_d / 1000$$

Siendo,

$E_g$ : Energía mensual generada (kWh/mes).

$P_p$ : Potencia máxima (pico) módulos fotovoltaicos (W).

$N_p$ : N° módulos fotovoltaicos instalados.

R: Rendimiento global anual de la instalación (%/100).

HSP: Recurso fotovoltaico, Horas Sol Pico mes en estudio (h/día).

$N_d$ : N° días mes en estudio.

## Instalación Eólica

### Velocidad media del viento a la altura del buje del aerogenerador

$$V_m = V_{mref} \cdot [\ln(H/z_o) / \ln(H_{ref}/z_o)]$$

Siendo,

$V_m$ : Velocidad media del viento a la altura del buje del aerogenerador (m/s).

$V_{mref}$ : Velocidad media de referencia de la distribución anual de velocidades del viento (m/s).

$H_{ref}$ : Altura de referencia de la distribución anual de velocidades del viento (m/s).

H: Altura del buje del aerogenerador (m).

$z_o$ : Longitud de rugosidad en función del tipo de paisaje (m).

### Modelización del comportamiento del viento

$$f(v) = (k/C) \cdot (v/C)^{k-1} \cdot e^{-1 \cdot (v/C)^k}$$



$$C = V_m / \Gamma(1 + 1/k)$$

Siendo,

$f(v)$ : Distribución de Weibull, densidad de frecuencia de ocurrencia anual (tanto por uno) de una determinada velocidad del viento.

$k$ : Coeficiente de Weibull.

$C$ : Factor de escala de la distribución de Weibull.

$v$ : Velocidad del viento considerado (m/s).

$\Gamma$ : Función Gamma de Euler.

### Densidad de potencia de los vientos del lugar

$$DPv_i = \rho \cdot v_i^3 / 2$$

$$\rho = 1.22565 \cdot e^{-0.034 \cdot \text{Alt} / (273.15 + t)}$$

Siendo,

$DPv_i$ : Densidad de potencia de un determinado viento del lugar ( $W/m^2$ ).

$v_i$ : Velocidad del viento considerado (m/s).

$\rho$ : Densidad del aire del lugar ( $kg/m^3$ ).

Alt: Altitud s.n.m. del lugar (m).

$t$ : Temperatura del lugar ( $^{\circ}C$ ).

### Densidad de potencia del viento a la entrada del aerogenerador

$$DPve_i = DPv_i \cdot f(v_i)$$

$$DPve = \sum_i DPve_i$$

Siendo,

$DPve_i$ : Densidad de potencia a la entrada del aerogenerador, para un determinado viento del lugar ( $W/m^2$ ).

$DPve$ : Densidad de potencia a la entrada del aerogenerador, considerando todos los vientos del lugar durante un año ( $W/m^2$ ).

### Máxima Densidad de potencia interceptada por el aerogenerador

$$DPvB_i = (16/27) \cdot DPv_i \cdot f(v_i)$$

Siendo,

$DPvB_i$ : Máxima Densidad de potencia interceptada por el aerogenerador (teórica), para un determinado viento del lugar - Ley de Betz ( $W/m^2$ ).

### Densidad de potencia entregada por el aerogenerador

$$DPs_i = (1000/A) \cdot P_i \cdot f(v_i)$$

$$A = (\pi/4) \cdot D^2$$

$$DPs = \sum_i DPs_i$$

Siendo,

$DPs_i$ : Densidad de potencia entregada por el aerogenerador, para un determinado viento del lugar ( $W/m^2$ ).

$A$ : Área de barrido de las palas de la turbina eólica ( $m^2$ ).

$D$ : Diámetro de las palas de la turbina eólica (m).

$P_i$ : Potencia del aerogenerador en función del viento considerado (kW). Curva del fabricante.

$DPs$ : Densidad de potencia entregada por el generador, considerando todos los vientos del lugar durante un año ( $W/m^2$ ).

### Densidad anual de producción de energía del aerogenerador

$$DAE = (8766/1000) \cdot DPs$$

Siendo,

DAE: Densidad anual de producción de energía del aerogenerador (kWh/m<sup>2</sup>/año).

### **Producción anual de energía del aerogenerador**

$$PAE = A \cdot DAE$$

Siendo,

PAE: Producción anual de energía del aerogenerador (kWh/año).

### **Coefficiente de potencia o Rendimiento del aerogenerador**

$$Cp_i = DP_{s_i} / DP_{v_e_i}$$

Siendo,

Cp<sub>i</sub> : Coeficiente de potencia o rendimiento del aerogenerador, para un determinado viento del lugar.

### **Factor de carga del aerogenerador**

$$fc = (PAE \cdot 100) / (P_n \cdot 8766)$$

Siendo,

fc: Factor de carga del aerogenerador (%).

P<sub>n</sub>: Potencia nominal del aerogenerador.

## **Capacidad Baterías Instalaciones Autónomas**

$$C = Cu / (Pd \cdot Kt)$$

Siendo,

C: Capacidad total baterías (Ah).

Cu: Capacidad útil baterías (Ah) = E · N / U.

E: Energía diaria necesaria en el mes en estudio (Wh/día).

N: N° Días de Autonomía de la instalación, cubiertos por la batería.

U: Tensión campo fotovoltaico o instalación eólica cc (V).

Pd: Profundidad descarga máxima baterías (%/100).

Kt: Coeficiente temperatura baterías = 1 - Δt/160; Δt = 20 - t.

t: T<sup>a</sup> media trabajo baterías (°C).

# Instalación MIXTA FV-EOLICA

## Datos Geográficos y Climatológicos

Ciudad: Albox  
Provincia: Almería  
Altitud s.n.m.(m): 450  
Longitud (°): 2.4 W  
Latitud (°): 36.9  
Temperatura mínima histórica (°C): -1  
Densidad aire localidad (Kg/m<sup>3</sup>): 1.16164  
Zona Climática: V  
Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m<sup>2</sup>): H >= 18  
Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m<sup>2</sup>), Angulo de inclinación 27 °:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
3.556	4.353	5.338	5.804	6.12	6.068	6.291	6.081	5.466	4.759	3.812	3.152	5.067

### Recurso Eólico:

- Velocidad media referencia (m/s): 5
- Altura referencia (m): 10
- Coeficiente Weibull (K): 2
- Clase rugosidad: 1.5

## Datos Generales

Configuración Instalación: Aislada\_Smart Grid)

Altura buje aerogenerador (m): 12

Tensión:

- Continúa - UBatería(V): 48
- Alterna UFF(V): 400

Caída tensión máxima (%):

- Corriente continúa: 4
- Corriente alterna: 3
- Cos φ : 1

Pérdidas energéticas Inst. Fotovoltaica (%):

- Por rendimiento baterías: 5
- Por autodescarga baterías: 0.5
- En convertidor: 15
- En equipos y cableado: 5
- En regulador: 10

Ganancias energéticas Inst. Fotovoltaica (%):

- Por Sistema Seguimiento solar: 0

## Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

- Longitud (mm): 1645
- Anchura (mm): 990
- Altura (mm): 40

Potencia máxima (W): 230

Tensión de vacío (V): 36.72

Corriente de c.c. (A): 8.55

Voltaje máxima potencia (V): 28.87

Corriente máxima potencia (A): 7.99

Eficiencia módulo (%): 14.12

Coef. T<sup>a</sup> PMax (%/°C): -0.43

Coef. T<sup>a</sup> Isc (%/°C): 0.04

Coef. T<sup>a</sup> Voc (%/°C): -0.32

NOCT (°C): 47

## Datos Aerogeneradores

Velocidad viento nominal (m/s): 12

Potencia nominal (kW): 1.58  
 Diámetro palas (m): 2.86

## Datos Baterías

Configuración: Monobloc  
 Tensión (V): 12  
 Duración descarga (h): 100  
 Profundidad descarga máxima (%): 70  
 Temperatura media trabajo (°C): 20  
 Días Autonomía: 6

## Consumo Eléctrico

Mes: Enero, Febrero, Marzo, Octubre, Noviembre, Diciembre

Equipos Eléctricos	Alimentación	Potencia (W)	Utilización (h/día)	Consumo (Wh/día)
Iluminación Comedor	Inversor	72	4	288
Iluminación Cocina	Inversor	36	1	36
Iluminación Dormitorios	Inversor	54	0.5	27
Televisión	Inversor	450	3.5	1575
Frigorífico	Inversor	100	12	1200
Lavadora	Inversor	500	1	500
Total:				3626
Coef. seguridad:				1.1
Consumo Total:				3988.6

Mes: Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre

Equipos Eléctricos	Alimentación	Potencia (W)	Utilización (h/día)	Consumo (Wh/día)
Iluminación Comedor	Inversor	72	2	144
Iluminación Cocina	Inversor	36	1	36
Iluminación Dormitorios	Inversor	54	0.5	27
Televisión	Inversor	450	2	900
Frigorífico	Inversor	100	12	1200
Lavadora	Inversor	500	1	500
Total:				2807
Coef. seguridad:				1.1
Consumo Total:				3087.7

## Nº Módulos Fotovoltaicos

### Rendimiento energético de la instalación "R"

kb: 0.05  
 kc: 0.15  
 kv: 0.05  
 kr: 0.1  
 ka: 0.005  
 N: 6  
 Pd: 0.7

R: 0.622

### Potencia útil "Pu" Módulos Fotovoltaicos

Pp (W): 230  
 ft: 0.9  
 Pu (W): 207

## Nº Módulos

Mes	Consumo eléct. Et (Wh/día)	Rend. inst. R	Energía necesaria E (Wh/día)	Pot. útil mod. fot. Pu (W)	HSP (h/día)	Energía generada mod. fot. Ep (Wh/día)	Nº módulos fotov. Np
Enero	3988.6	0.622	6411.07	207	3.556	736.16	9

Febrero	3988.6	0.622	6411.07	207	4.353	900.99	8
Marzo	3988.6	0.622	6411.07	207	5.338	1104.95	6
Abril	3087.7	0.622	4963.01	207	5.804	1201.39	5
Mayo	3087.7	0.622	4963.01	207	6.12	1266.83	4
Junio	3087.7	0.622	4963.01	207	6.068	1256.1	4
Julio	3087.7	0.622	4963.01	207	6.291	1302.15	4
Agosto	3087.7	0.622	4963.01	207	6.081	1258.75	4
Septiembre	3087.7	0.622	4963.01	207	5.466	1131.47	5
Octubre	3988.6	0.622	6411.07	207	4.759	985.14	7
Noviembre	3988.6	0.622	6411.07	207	3.812	789.1	9
Diciembre	3988.6	0.622	6411.07	207	3.152	652.39	10

**Nº módulos fotovoltaicos = 10**

## Instalación Eólica

Potencia máxima simultánea mes más desfavorable (kW): 1.091

Potencia nominal aerogenerador (kW): 1.58

Densidad potencia viento entrada aerogenerador (W/m<sup>2</sup>): 153.72

Densidad potencia salida aerogenerador (W/m<sup>2</sup>): 71.6

Densidad anual energía aerogenerador (kWh/m<sup>2</sup>/año): 627.629

Producción anual energía aerogenerador (kWh/año): 4032.042

Coefficiente potencia medio anual aerogenerador: 0.47

Factor de carga aerogenerador: 29.11

## Capacidad y Nº Baterías

E (Wh/día): 6411.07

N: 6

Cu (Wh): 38466.41

Cu (Ah): 801.38

Pd: 0.7

t (°C): 20

Kt: 1

C (Ah): 1144.83

### Batería seleccionada

C100 (Ah): 200

U (V): 12

Nº baterías total: 24

Nº baterías serie por rama: 4

Nº ramas paralelo: 6

## Convertidores

### Eólica

Inversor: 1580 W

### Fotovoltaica

Inversor : 2070 W

## Separación entre filas de captadores.

Latitud (°): 36.9

Altura solar  $h_0$  (°): 24.1

Inclinación paneles (°): 27

Longitud panel (m): 1.64

Distancia mínima entre filas de captadores (m): 3.14

Distancia mínima entre la primera fila de captadores y los obstáculos más próximos (m): 2.24

## Cálculo Circuito Eléctrico

## Las características generales de la red son:

Tensión:

Continúa - UBatería(V): 48

Alterna UFF(V): 400

Cos  $\varphi$  : 1

## Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m $\Omega$ /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
4	6	4	19	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	7,99	10		2x25	125/1	
5	4	9	15	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	-7,99	10		2x25	125/1	
6	4	12	13	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	-7,99	10		2x25	125/1	
3	4	3	14	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	23,97	25		2x50	185/1	
8	15	13	21	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	7,99	10		2x25	125/1	
9	13	18	16	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	-7,99	10		2x25	125/1	
7	13	3	12	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	15,98	16		2x25	125/1	
10	3	19	40	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	-32,92	40		2x50	185/1	
2	3	2	23	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	72,87	80		2x95	260/1	
1	2	1	8	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	31,2	80		2x95	260/1	
11	2	20	6	Cu	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.	41,67			2x6	88/1	
12	20	21									
13	21	22	3	Cu/0.08	Direct.Ent. RV-K Eca 2 Unp.		5		2x6	88/1	

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
6	Panel FV	1,176		2,45	7,99 A		0,78857	0,42822		
4	Arqueta	0,962		2,004			1,33662	0,80565		
9	Panel FV	1,131		2,356	7,99 A		0,86307	0,47507		
12	Panel FV	1,108		2,309	7,99 A		0,90586	0,50257		
3	Arqueta	0,725		1,511			1,79666	1,19309		
13	Arqueta	0,996		2,075			1,12996	0,65397		
15	Panel FV	1,232		2,567	7,99 A		0,68508	0,36519		
18	Panel FV	1,176		2,45	7,99 A		0,75594	0,40809		
19	Aerogenerador	1,658		3,455*	32,92 A(1,58 kW)		0,90586	0,50257		
2	Regulador	0,093		0,193			2,55789	2,0423		
1	Baterías	0	48	0	-31,2 A		3	2,71429		
20	Caja Reg.	-1,455		3,03			0,93013	0,51836		
21	Caja Reg.	0	400	0						
22	Caja Reg.	-0,088		0,022	-5 A(-2 kW)					

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

## Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
4	6	4	1,34517	50	0,43677	10
5	4	9	1,34517	50	0,48362	10
6	4	12	1,34517	50	0,51112	10
3	4	3	1,82231	50	0,8313	25
8	15	13	1,13851	50	0,37374	10
9	13	18	1,13851	50	0,41664	10
7	13	3	1,81376	50	0,67107	16
10	3	19	1,85986	50	0,56577	40
2	3	2	2,66384	50	1,29904	80
1	2	1	3,10595	50	2,14825	80
11	2	20	2,55789		0,51836	
12	20	21				
13	21	22				

## Reguladores

Nudo	Tensión (V)	Intensidad Nom. (A)
2	48	80

## Instalación FV conectada a red

### Datos Geográficos y Climatológicos

Ciudad: Albox  
Provincia: Almería  
Altitud s.n.m.(m): 450  
Longitud (°): 2.4 W  
Latitud (°): 36.9  
Temperatura mínima histórica (°C): -1  
Zona Climática: V  
Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m<sup>2</sup>): H >= 18  
Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m<sup>2</sup>), Angulo de inclinación 27 °:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
3.556	4.353	5.338	5.804	6.12	6.068	6.291	6.081	5.466	4.759	3.812	3.152	5.067

### Datos Generales

Configuración Instalación: Conectada a la red  
Tensión:  
    Continua - U(V): 584  
    Alterna UFF(V): 400  
Caída tensión máxima (%):  
    Corriente continua: 1.5  
    Corriente alterna: 3  
    Cos φ : 1  
Rendimiento global anual de la Inst. Fotovoltaica (%): 75  
Ganancia Sistema Seguimiento solar Inst. Fotovoltaica (%): 0

### Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:  
    Longitud (mm): 1652  
    Anchura (mm): 994  
    Altura (mm): 46  
Potencia máxima (W): 220  
Tensión de vacío (V): 36.5  
Corriente de c.c. (A): 8.2  
Voltaje máxima potencia (V): 29.2  
Corriente máxima potencia (A): 7.54  
Eficiencia módulo (%): 13.4  
Coef. T<sup>a</sup> PMax (%/°C): -0.49  
Coef. T<sup>a</sup> I<sub>sc</sub> (%/°C): 0.05  
Coef. T<sup>a</sup> Voc (%/°C): -0.36  
NOCT (°C): 47.5

### Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 88  
Nº módulos: 400  
Inversor: 79200 W

### Energía Generada

Mes	Pot. pico mod. fot. Pp (W)	Nº módulos fotov. Np	Rend. inst. R	HSP (h/día)	Nº días/mes	Energía generada mod. fot. Eg (kWh/mes)
Enero	220	400	0.75	3.556	31	7276.279
Febrero	220	400	0.75	4.353	28	8043.614
Marzo	220	400	0.75	5.338	31	10921.364
Abril	220	400	0.75	5.804	30	11491.591
Mayo	220	400	0.75	6.12	31	12521.409
Junio	220	400	0.75	6.068	30	12014.848
Julio	220	400	0.75	6.291	31	12870.482

Agosto	220	400	0.75	6.081	31	12441.584
Septiembre	220	400	0.75	5.466	30	10822.794
Octubre	220	400	0.75	4.759	31	9737.207
Noviembre	220	400	0.75	3.812	30	7547.958
Diciembre	220	400	0.75	3.152	31	6448.251
Total año:						122137.38

## Separación entre filas de captadores.

Latitud (°): 36.9

Altura solar  $h_0$  (°): 24.1

Inclinación paneles (°): 27

Longitud panel (m): 3.3

Distancia mínima entre filas de captadores (m): 6.3

Distancia mínima entre la primera fila de captadores y los obstáculos más próximos (m): 2.24

## Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Continúa - U(V): 584

Alterna UFF(V): 400

Cos  $\varphi$  : 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Reg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
11	3	3	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	150,8	160		2x50	155/1	110
10	15	3	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	15,08	16		2x10	76/1	63
9	14	3	35	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	15,08	16		2x10	76/1	63
8	16	3	40	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	15,08	16		2x10	76/1	63
7	15	3	46	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	15,08	16		2x10	76/1	63
6	14	3	52	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	15,08	16		2x10	76/1	63
5	10	3	59	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	15,08	16		2x10	76/1	63
4	3	8	67	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-15,08	16		2x10	76/1	63
4	3	6	74	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-15,08	16		2x10	76/1	63
2	3	5	82	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	-15,08	16		2x10	76/1	63
1	1	3	90	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	15,08	16		2x10	76/1	63
2	3	2									
1	2	1	30	Cu/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 3 Unp.	127,11			3x50/25	151/1	110

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
3	Arqueta	-6,393		1,095*						
15	Panel FV	-3,213		0,55	15,08 A					
14	Panel FV	-2,945		0,504	15,08 A					
16	Panel FV	-2,677		0,458	15,08 A					
15	Panel FV	-2,356		0,403	15,08 A					
14	Panel FV	-2,035		0,348	15,08 A					
10	Panel FV	-1,66		0,284	15,08 A					
8	Panel FV	-1,231		0,211	15,08 A					
6	Panel FV	-0,857		0,147	15,08 A					
5	Panel FV	-0,428		0,073	15,08 A					
3	Arqueta	-4,819		0,825						
1	Panel FV	0	584	0	15,08 A					
2	Caja Reg.	2,904		0,726		13,59867		3,47653		
1	CT	0	400	0	-127,113 A(-88,067 kW)	23,11053		20,97308		

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
11	3	3	0,164	50	0,164	160



10	15	3	0,0164	50	0,0164	16
9	14	3	0,0164	50	0,0164	16
8	16	3	0,0164	50	0,0164	16
7	15	3	0,0164	50	0,0164	16
6	14	3	0,0164	50	0,0164	16
5	10	3	0,0164	50	0,0164	16
4	3	8	0,0164	50	0,0164	16
4	3	6	0,0164	50	0,0164	16
2	3	5	0,0164	50	0,0164	16
1	1	3	0,0164	50	0,0164	16
2	3	2				
1	2	1	23,11054		3,47653	

#### Cálculo de la Puesta a Tierra:

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm <sup>2</sup>	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm <sup>2</sup>	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	4 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 13,04 ohmios.

# **Pliego de Condiciones**

## **Condiciones Generales**

1. AMBITO DE APLICACION.

2. DISPOSICIONES GENERALES.

2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

2.3. SEGURIDAD PUBLICA.

3. ORGANIZACION DEL TRABAJO.

3.1. DATOS DE LA OBRA.

3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

3.3. CONDICIONES GENERALES.

3.4. PLANIFICACION Y COORDINACION.

3.5. ACOPIO DE MATERIALES.

3.6. INSPECCION Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.

3.7. PLANOS, CATALOGOS Y MUESTRAS.

3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

3.9. COOPERACION CON OTROS CONTRATISTAS.

3.10. PROTECCION.

3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.

3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.

3.13. OBRAS DE ALBAÑILERIA.

3.14. ENERGIA ELECTRICA Y AGUA.

3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.

3.16. ACCESIBILIDAD.

3.17. CANALIZACIONES.

3.18. MANGUITOS PASAMUROS.

3.19. PROTECCION DE PARTES EN MOVIMIENTO.

3.20. PROTECCION DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

3.21. CUADROS Y LINEAS ELECTRICAS.

3.22. PINTURAS Y COLORES.

- 3.23. IDENTIFICACION.
- 3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCION.
- 3.25. PRUEBAS.
- 3.26. PRUEBAS FINALES.
- 3.27. RECEPCION PROVISIONAL.
- 3.28. PERIODOS DE GARANTIA.
- 3.29. RECEPCION DEFINITIVA.
- 3.30. PERMISOS.
- 3.31. ENTRENAMIENTO.
- 3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y UTILES ESPECIFICOS.
- 3.33. SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.
- 3.34. RIESGOS.
- 3.35. RESCISION DEL CONTRATO.
- 3.36. PRECIOS.
- 3.37. PAGO DE OBRAS.
- 3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

#### 4. DISPOSICION FINAL.

### **Condiciones de la Instalación Fotovoltaica**

- 1. CRITERIOS ECOLOGICOS.
- 2. INFORMACION DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERISTICAS.
  - 2.1. INFORMACION DE LA HOJA DE DATOS.
  - 2.2. INFORMACION DE LA PLACA DE CARACTERISTICAS.
- 3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACION.
  - 3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACION (CPM).
  - 3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).
  - 3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).
  - 3.4. INTERFAZ CC/CC.
  - 3.5. ALMACENAMIENTO.
  - 3.6. INVERSOR.
  - 3.7. INTERFAZ CA/CA.

3.8. INTERFAZ A LA RED.

4. ENSAYOS EN MODULOS FOTOVOLTAICOS.

4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.

4.2. ENSAYO DE CORROSION POR NIEBLA SALINA.

4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.

## **Montaje de la Instalación fotovoltaica**

1. ESTUDIO Y PLANIFICACION PREVIA.

2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.

2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

3. ENSAMBLADO DE LOS MODULOS.

3.1. UBICACION DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MODULOS.

3.3. IZADO Y FIJACION DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.

4. INSTALACION DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

5. MONTAJE DE LA BATERIA DE ACUMULADORES.

6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

## **Mantenimiento de la Instalación fotovoltaica**

1. GENERALIDADES.

2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

## **Condiciones de la Instalación eólica**

1. ENSAYOS DE LOS AEROGENERADORES.

1.1. ENSAYO ESTRUCTURAL.

1.2. ENSAYO CONTRA RAYOS.

1.3. ENSAYO AERODINAMICO.

1.4. ENSAYO DE MATERIALES.

2. OBRA CIVIL.

2.1. EXCAVACIONES Y RELLENOS.

2.2. EXCAVACION PARA CIMENTACIONES Y FOSOS.

2.3. EXCAVACION EN ZANJAS.

2.4. ENTIBADOS METALICOS Y DE MADERA, APOYOS Y SOPORTES.

2.5. RELLENOS.

3. OBRAS DE HORMIGON.

3.1. PLANOS.

3.2. CARACTERISTICAS DE MATERIALES.

3.3. PRINCIPIOS GENERALES DE EJECUCION.

## Medición

### Instalación MIXTA FV-EOLICA

#### MEDICION DE CABLES

Sección(mm <sup>2</sup> )	Metal	Design	Polaridad	Total(m)	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
6	Cu	RV-K Eca	Unipolar	18		
25	Cu	RV-K Eca	Unipolar	192		
50	Cu	RV-K Eca	Unipolar	108		
95	Cu	RV-K Eca	Unipolar	62		

#### MEDICION DE PROTECCIONES.

Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Fusibles	10	10		
Fusibles	16	2		
Fusibles	25	2		
Fusibles	40	2		
Fusibles	80	4		

#### MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
-------------	-----------	------------------	----------	-----------	---------------

#### MEDICION DE PANELES FV

Disposición	Nº módulos FV	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Vertical	2		
Vertical	2		
Vertical	2		
Vertical	2		
Vertical	2		

Total: 10

### Instalación FV conectada a red

#### MEDICION DE CABLES

Sección(mm <sup>2</sup> )	Metal	Design	Polaridad	Total(m)	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
10	Cu	RV-K Eca	Unipolar	1.150		
25	Cu	RV-K Eca	Unipolar	30		
50	Cu	RV-K Eca	Unipolar	114		

#### MEDICION DE TUBOS.

Diámetro interior(mm)	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
63	575		
110	42		

#### MEDICION DE PROTECCIONES.

<u>Descripción</u>	<u>Intens(A)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
Fusibles	16	20		
Fusibles	160	2		

**MEDICION DE DIFERENCIALES.**

<u>Descripción</u>	<u>Intens(A)</u>	<u>Sensibilidad(mA)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
--------------------	------------------	-------------------------	-----------------	------------------	----------------------

**MEDICION DE PANELES FV**

<u>Disposición</u>	<u>Nº módulos FV</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		
Vertical	40		

Total: 400