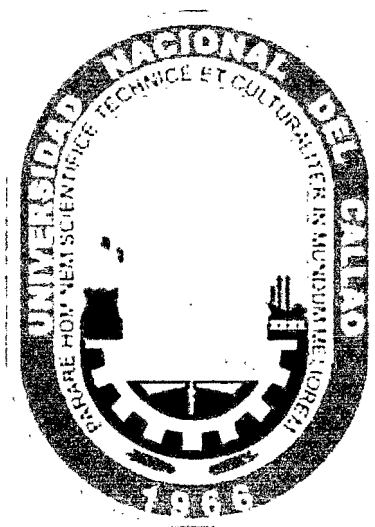


601.381  
V65

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica**



**TESIS**

**TITULO: "IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA  
ELECTRÓNICO DE ENERGÍA SOLAR PARA SAGA  
FALABELLA, OPEN PLAZA"**

**AUTOR(es):**

- ✓ VILCA CORO, Johnny Edward
- ✓ RUPAY QUIN, Juan Pablo
- ✓ BALTAZAR ESCARATE, Sergio Fernando

**ASESOR:**

**Msc. NICANOR RAUL BENITES SARAVIA**

**Bellavista – Callao**

**2013**

## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACION

## **DEDICATORIA**

DEDICO ESTE TRABAJO PRINCIPALMENTE A DIOS, POR HABERME DADO LA VIDA Y PERMITIRME EL HABER LLEGADO HASTA ESTE MOMENTO TAN IMPORTANTE DE MI FORMACIÓN PROFESIONAL. A MIS PADRES Y A MI FAMILIA, POR SER EL PILAR MÁS IMPORTANTE Y POR DEMOSTRARME SIEMPRE SU CARIÑO Y APOYO INCONDICIONAL.

# INDICE

DEDICATORIA .....	3
PRÓLOGO .....	6
RESUMEN.....	8
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. DETERMINACION DEL PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5 LIMITACIONES Y FACILIDADES .....</b>	<b>10</b>
<b>1.6 HIPOTESIS.....</b>	<b>10</b>
<b>II. FUNDAMENTO TEORICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>10</b>
2.1.1 SISTEMA DE CONEXIÓN A RED .....	10
2.1.2 SISTEMA DE BACKUP .....	12
2.1.3 SISTEMA DE BACKUP CONTINUACIÓN .....	13
2.1.4 PANELES SOLARES.....	15
2.1.5 ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	16
2.1.6 CAJA DE PARALELAJE .....	16
2.1.7 CABLES DE INTERCONEXIÓN .....	16
2.1.8 INVERSOR DE CORRIENTE (ON GRID).....	16
2.1.9 SISTEMA DE MONITOREO.....	18
2.1.10 INVERSOR DE CORRIENTE BACKUP .....	18
2.1.11 BANCO DE BATERÍAS (BACKUP) .....	20
2.1.12 RACK DE BATERÍAS.....	23
<b>2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	24
2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	25
2.2.3 INSTALACIÓN .....	25
<b>III. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR.....</b>	<b>33</b>
<b>IV. INFORMES TECNICOS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA ELECTRONICO DE ENERGÍA SOLAR. ....</b>	<b>35</b>
4.1. TIPO DE APLICACIONES EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	36
4.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO....	36
4.3. TIPOS DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS .....	38
4.4. HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	38
4.5. FUTURO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	39

<b>V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA, EQUIPOS Y COMPONENTES .....</b>	<b>40</b>
<b>VI. METODOLOGÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>6.1. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>47</b>
<b>6.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>47</b>
<b>6.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>6.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>6.5. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>6.6. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>48</b>
<b>6.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>49</b>
<b>6.8. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>49</b>
<b>VII. RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
<b>7.1. RESULTADOS PARCIALES .....</b>	<b>49</b>
<b>7.2. RESULTADOS FINALES .....</b>	<b>49</b>
<b>VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
<b>8.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
<b>8.2. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES.....</b>	<b>50</b>
<b>IX. CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>X. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>XI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>
• Cronograma de Actividades .....	52
• Presupuesto del trabajo de Investigación. ....	5254
• Inversor Solar.....	525
• Matriz de consistencia .....	526

## PRÓLOGO

El presente trabajo surge con el deseo de querer que la empresa SAGA FALABELLA adquiera 01 Sistema de Energía Solar para la conexión a RED INTERNA de Falabella y un Sistema de Backup para el funcionamiento de la tienda en horas de la noche, principalmente para el uso de iluminación, cámaras de seguridad y equipos de cómputo, que serán utilizados cuando no haya la atenciónal público.

Por dicha razón se desarrollara el diseño del sistema de Suministro e instalación de todos los componentes electrónicos, asociados a esta red de energía solar, principalmente los dispositivos asociados a la electrónica de potencia.

Aquí vamos a profundizar el estudio de la sobre la implementación de un sistema electrónico de energía solar para poder satisfacer la demanda nocturna de la iluminación en saga Falabella.

Ha sido un reto para mí poder converger en el desarrollo de este análisis, ya que requiere poner en práctica muchas áreas de la ingeniería, sin embargo he concluido con éxito la elaboración de esta tesis, en la que ha sido necesario desarrollar, diez (10) capítulos cuyos contenidos son:

El capítulo I, presenta el planteamiento inicial del problema, una descripción de los objetivos generales, justificaciones y limitaciones para el desarrollo de la investigación. En este capítulo se presenta el proyecto de manera metodológica siguiendo el lineamiento de la investigación descriptiva, aplicada y científica.

El capítulo II, presenta el desarrollo del marco teórico que enriquece los conocimientos para el análisis de las tecnologías asociadas a la generación de energía eléctrica utilizando la electrónica de potencia, se presentan primero las características principales de un sistema electrónico fotovoltaico, normatividad vigente, el diferente tipo de paneles y otros.

El capítulo III, se hace el estudio de los antecedentes de los sistemas de energía solar, con ello podremos observar a grandes rasgos los componentes y caracterizas principales de un sistema de generación solar PV, que es el que implementaremos en OPEN PLAZA.

El capítulo IV, da a conocer los informes técnicos en la implementación del sistema electrónico de energía solar, que ha permitido que podamos sustentar técnicamente nuestra propuesta.

El capítulo V, se presenta la descripción de nuestro sistema implementado así como los equipos y componentes utilizados.

El capítulo VI, se presenta la solución mediante una secuencia metodológica, relación entre variables y descripción del tipo de investigación.

El capítulo VII, se muestra los resultados obtenidos de la investigación, para ello mostramos cuadros comparativos de niveles de satisfacción de calidad de suministro, normativa aplicada y niveles de sobretensión.

El capítulo VIII, se presenta la contratación de los resultados teóricos con los resultados de la investigación, esto validad para la hipótesis que hemos planteado, para el desarrollo de la solución del problema.

El capítulo IX, presenta la conclusiones que se obtuvieron en el desarrollo del presenta trabajo.

El capítulo X, se hace las recomendaciones del trabajo y futuras mejoras que se pueden aplicar.

Finalmente en el Capítulo XI, se presentan las fuentes bibliográficas de consulta para el desarrollo del presenta trabajo de Investigación, así como los anexos correspondientes.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es aportar sobre el exceso de consumo en horas punta para la empresa saga Falabella, es un problema de eficiencia, en tal sentido se ha generado la alternativa de utilizar acumuladores de energía en horas de día, para que estas sean aprovechadas en las horas de noche, y de esta manera descargar el sistema eléctrico conectado a la red del concesionario.

Para ello se van a utilizar dispositivos electrónicos, que permitan este tipo de generación.

La empresa SAGA FALABELLA desea adquirir 01 Sistema de Energía Solar para la conexión a RED INTERNA de Falabella y un Sistema de Backup para el funcionamiento de la tienda en horas de la noche, principalmente para el uso de iluminación, cámaras de seguridad y equipos de cómputo, que serán utilizados cuando no haya la atenciónal público.

Se debe tener en cuenta que este análisis es del tipo descriptivo y permitirá generar un aporte para futuras investigaciones.



# **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

## **1.1. DETERMINACION DEL PROBLEMA**

El exceso de consumo en horas punta para la empresa saga Falabella, es un problema de eficiencia, en tal sentido se ha generado la alternativa de utilizar acumuladores de energía en horas de día, para que estas sean aprovechadas en las horas de noche, y de esta manera descargar el sistema eléctrico conectado a la red del concesionario.

Para ello se van a utilizar dispositivos electrónicos, que permitan este tipo de generación.

La problemática que genera los altos costos de utilización de la red eléctrica en horas punta, hace que saga Falabella no tenga un sistema de utilización de energía eficiente

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema se puede formular desarrollando las siguientes preguntas:

**¿Cómo beneficia a saga Falabella, la implementación de un sistema de energía solar, usando la tecnología electrónica?**

**¿Es eficiente el sistema de iluminación solo con la red de energía eléctrica?**

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **a. OBJETIVO GENERAL**

✓ Implementar un sistema electrónico de energía solar.

### **b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

✓ Desarrollar una propuesta técnica para implementar nuestro sistema.

## **1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de proyecto de tesis, se justifica en tanto consigamos implementar un modelo de generación de energía solar, utilizando la tecnología electrónica e incrementando con ello los niveles de eficiencia del sistema eléctrico.

## 1.5 LIMITACIONES Y FACILIDADES

### a. Limitaciones

- ✓ poca acogida para la instalación de sistemas de generación con tecnología electrónica.
- ✓ La no existencia de tecnologías desarrolladas en Perú.
- ✓ El poco conocimiento de las ventajas de la generación solar.

### b. Facilidades

- ✓ Se encontró proveedores extranjeros que facilitan este tipo de tecnología.
- ✓ Se contó con un asesor preparado para este tema de análisis, que nos ha servido de apoyo para las diferentes consultas que surgieron en el desarrollo de la investigación.
- ✓ Se encontró una amplia bibliografía referente al tema de generación electrónica de paneles solares.
- ✓ Se contó con disponibilidad de los ambientes de la FIEE para reunirnos y desarrollar esta investigación.

## 1.6 HIPOTESIS

En virtud de lo comentado sobre este tema de tesis planteamos la siguiente hipótesis:

### a. HIPOTESIS PRINCIPAL

El funcionamiento de saga Falabella por las noches, así como el uso eficiente de sus recursos, será posible con la implementación del sistema electrónico de energía solar, en open plaza.

## II. FUNDAMENTO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

#### 2.1.1 SISTEMA DE CONEXIÓN A RED

##### a) Metodología de Diseño

Para el diseño se ha utilizado un programa para calcular el proyecto de un sistema generador solar, a partir de los requisitos de potencia especificados y de los datos de insolación archivados en las memorias del computador. El programa utiliza estos datos para calcular la potencia del panel solar y el ángulo de inclinación, así como el almacenamiento en baterías, optimizando

los cálculos para aportar la solución más económica. Este programa ha sido más que probado en 17 años de instalaciones exitosas alrededor de todo el mundo.

Utilizando información básica sobre la ubicación del sistema (latitud & longitud) el programa busca en su base de datos, para identificar el punto de referencia más cercano y acorde con las condiciones climáticas de instalación.

Los datos de radiación están referidos a la radiación que incide sobre una superficie horizontal, por lo que se le aplicará un coeficiente de corrección para obtener la radiación correspondiente a la inclinación óptima de los paneles.

El programa tiene dos etapas. La primera etapa de cálculos comienza con la conversión de los datos de insolación desde la horizontal (a la que corresponden los datos del banco de datos) a otros ángulos de inclinación, según el caso, debido a que normalmente el panel no será instalado en posición horizontal.

En función del período de utilización de los sistemas y de la latitud geográfica, el programa calcula la inclinación óptima de los paneles para recibir la mayor radiación posible en los meses más desfavorables, aquellos en los que la relación consumo/radiación solar sea mayor. Esto se consigue, generalmente, aumentando el ángulo de inclinación de la estructura del panel entre 5° y 15° más que la latitud. Al emplear la inclinación óptima se puede determinar el campo solar mínimo que puede suministrar el consumo requerido y de esta forma se aprovecha al máximo la energía solar, la potencia útil mensual se mantiene más uniforme y las necesidades de almacenamiento se reducen.

Posteriormente se realiza una simulación del comportamiento diario del sistema teniendo en cuenta la temperatura y el voltaje de trabajo del módulo solar, la eficiencia de carga de las baterías y las pérdidas del sistema junto con otras condiciones definidas por el cliente como autonomía de la batería, factor de corrección por polvo o suciedad en el módulo y tipo de carga (resistiva / corriente constante o potencia constante), para determinar un conjunto posible de soluciones.

Finalmente se utiliza un acercamiento probabilístico para garantizar que el sistema operará de forma confiable aun cuando la radiación en el peor mes se reduzca significativamente por debajo del promedio. Cualquier sistema que falle bajo estas condiciones es rechazado automáticamente.

Se han especificado las siguientes condiciones:

- ✓ Un porcentaje de pérdidas en los cables y conexiones entre el 2%
- ✓ La segunda etapa del programa completa el diseño e imprime los resultados en el informe del Proyecto del Sistema. El informe refleja el sistema que satisface las necesidades del cliente en cuanto a carga, localización, tipo de módulo, etc.

### **2.1.2 SISTEMA DE BACKUP**

#### **b) Parámetros de Diseño**

En un sistema se considera como elemento de almacenamiento de energía a las baterías, las cuales se utilizarán como reserva del sistema de alimentación, recibiendo la energía producida por los módulos solares o RED y suministrándola durante la noche ó durante los momentos en que la energía del arreglo solar no es suficiente para la carga, debido a que en ocasiones la energía producida por los módulos es deficitaria en algunos meses, por lo que se debe establecer una autonomía adecuada.

En este caso se ha considerado una autonomía mínima de 2.5 días tal como lo se ha planteado en el Diseño del Sistema.

#### **c) Probabilidad de Perdida de Carga (LOLP)**

Utilizando las matrices de Transición de Markov, se puede estimar cual será la probabilidad de los valores de insolación un día, dado un valor anterior. Con este procedimiento y una simulación del estado de carga de las baterías se consigue un acercamiento a la probabilidad de falla del sistema debido a condiciones atmosféricas. Se recomienda que este factor conocido como LOLP no sea superior al 5%, lo cual implica que debe tener una confiabilidad no menor al 95%.

#### **d) Estado de Carga de la Batería (BSOC)**

La vida útil de las baterías se da en número de ciclos de carga y descarga antes que en años; y el número de ciclos tiene una relación inversa a la profundidad de descarga a la cual es sometida. En ningún caso la profundidad de descarga puede alcanzar un valor mayor al 80%, porque esto significaría la inutilización de la batería. Se recomienda en sistemas fotovoltaicos rurales que la batería tenga como mínimo 75% de carga, es decir una profundidad de descarga máxima de 25%, sin embargo para la decisión sobre la profundidad de descarga que debe tener la batería, para cualquier diseño específico, se deben considerar los factores de retorno de inversión y costo/beneficio.

### **2.1.3 SISTEMA DE BACKUP CONTINUACIÓN**

#### **e) Calculo de Cargas**

De acuerdo a las respuestas brindadas por los Ingenieros de Falabella, el consumo por del Sistema es de:

- ✓ Falabella – Open Plaza:

Consumo para diseño: = 14,400 Wh/día @ 220 Vac

Para efectos de diseño se va a considerar que el Voltaje de Operación del Sistema de Energía Solar es de 48 Vdc; sabemos que se puede elegir voltajes de 12, 24 o 48 Vdc, al elegir 48 Vdc aseguramos que la corriente que soportarán los conductores es la cuarta parte que en el caso de haber elegido 12 Vdc o es la mitad de la corriente en el caso de haber elegido 24 Vdc.

Por lo tanto al elegir 48 Vdc como voltaje de operación del Sistema de Energía Solar garantizamos la conducción de baja corriente, por consiguiente menos pérdidas por efecto Joule.

#### **f) Calculo del Banco de Baterías**

De acuerdo a los consumos indicados en el punto 4.1, se obtiene el siguiente cuadro:

	FALABELLA
Consumo Diario	325,20 Ah/día
Autonomía	2,5 días
Max profundidad de descarga	80%
Capacidad de baterías (C10)	1016 Ah @ 80% DOD

g) Radiación de la zona.

Los datos de Radiación solar que utiliza el software NSol han sido obtenidos de los siguientes laboratorios:

1. "Solar Radiation Data Manual for Flat-Plate and Concentrating Solar Collectors"  
Document # NREL/TP-463-5607, National Renewable Energy Laboratory
2. "International Solar Irradiation Database"  
University of Massachusetts-Lowell Photovoltaic Program
3. "National Solar Radiation Database"  
National Climactic Data Center Asheville, NC.

Si no se conoce los datos de radiación de la zona, se tomara como referencia un dato cercano conocido.

En este caso, hemos utilizado para el diseño la radiación solar medida en el CAMPO DE MARTE:

GH insol												Avg. Temp.	Radiación	Radiación
Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		Mínima	Promedio
4.9	5.5	5.1	5.3	4.0	2.8	2.5	2.8	3.5	3.5	5.2	5.0			
4	8	7	9	6	9	6	3	6	0	8	8	25	2.56	4.24

h) Reportes de Diseño

Sistema ON GRID

El Software utilizado nos permite obtener los siguientes reportes de diseño:

- a) ArrayInsolationReport, en este reporte se observa la irradiación solar mínima de cada mes, con éste dato se calcula la energía que el arreglo solar va a entregar cada mes.

- b) GridSystemReport, en este reporte se observa la energía total producida y entregada por el arreglo solar y el inversor de RED, considerando sus parámetros de eficiencia, pérdidas, etc.

En este reporte se puede apreciar que la energía entregada por el arreglo solar cada mes es la siguiente:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Energía KWh	1.506	1.536	1.574	1.586	1.236	853	781	862	1.050	1.066	1.558	1.549

Podemos concluir que el mes de Abril se obtiene 1,586 KW/h acumulado y el mes de Julio 781 KW/h.

El Software utilizado nos permite obtener los siguientes reportes de diseño:

- a) System Availability Report, donde se informa en forma grafica y tabulada la probabilidad de falla del sistema (LOLP REPORT)
- b) BSOC Report, donde se informa en forma gráfica y tabulada la profundidad de descarga de la batería mes a mes.

#### **2.1.4 PANELES SOLARES**

Se seleccionaran paneles solares con certificaciones ISO 9000, IEC Y CE. Estas certificaciones acreditan que los paneles cumplen con los estándares internacionales de la calidad, la seguridad, la protección del medio ambiente y están autorizados para ser comercializados en la comunidad europea.

Para nuestra propuesta utilizaremos paneles marca ZYTECH, modelo ZT-120DP, de 12V, 120Wp, fabricado con celdas policristalinas.

Nuestros módulos Zytech cuentan con una transparencia del 30%.

La garantía contra defectos de fabricación es de 5 años, la garantía de generación de potencia es de 10 años al 90% y 25 años al 80%.

Para poder suministrar la energía requerida se realizará un arreglo serie-paralelo compuesto por 88 módulos solares de 120 Wp, consiguiendo un potencia del Arreglo Solar de 9,600 Wp @ 264 Vdc.

### **2.1.5 ESTRUCTURA DE SOPORTE**

Para el montaje de los paneles solares y las cajas de Paralelaje se utilizaran estructuras de aluminio diseñados de tal manera que se adecue a la infraestructura entregada por Falabella.

### **2.1.6 CAJA DE PARALELAJE**

Para realizar las conexiones de los paneles Solares en paralelo de forma segura, vamos a utilizar una caja de paralelaje, la cual tiene las siguientes características:

- a) Gabinete fabricado con policarbonato endurecido.
- b) Las conexiones se hacen en una barra de cobre montada sobre aisladores en donde se identificará con los colores reglamentarios (rojo y negro) la polaridad de las barras de cobre.
- c) Prensaestopas para asegurar y sellar la entrada de los conductores.

### **2.1.7 CABLES DE INTERCONEXIÓN**

Los cables de interconexión del Sistema de energía Solar son los siguientes:

- ✓ Cable enseriado de los paneles, cables con conectores MC4, propios de fábrica, garantizando una mínima pérdida por interconexión.
- ✓ Cable de bajada a la caja de paralelaje, Cable Vulcanizado bipolar 2x12 AWG, diseñado para trabajar en intemperie. La caja de paralelaje se ubica cerca de los módulos para disminuir las longitudes de cable y las caídas de tensión.
- ✓ Cable de conexión entre la caja de paralelaje y el controlador, Cable flexible tipo GPT o WS de calibre adecuado a la longitud necesaria para asegurar un perdida en cable menor al 2%.
- ✓ Cable de conexión del Controlador al Banco de baterías, Cable Flexible tipo WS, de calibre adecuado a la longitud necesaria.

### **2.1.8 INVERSOR DE CORRIENTE (ON GRID)**

Los Inversores Gavazzi, cuentan con certificados de Calidad IEC, UL, entre otros, que garantiza el estricto cumplimiento de las normas de seguridad eléctrica, personal, de radiofrecuencia entre otros, son fabricados en Europa

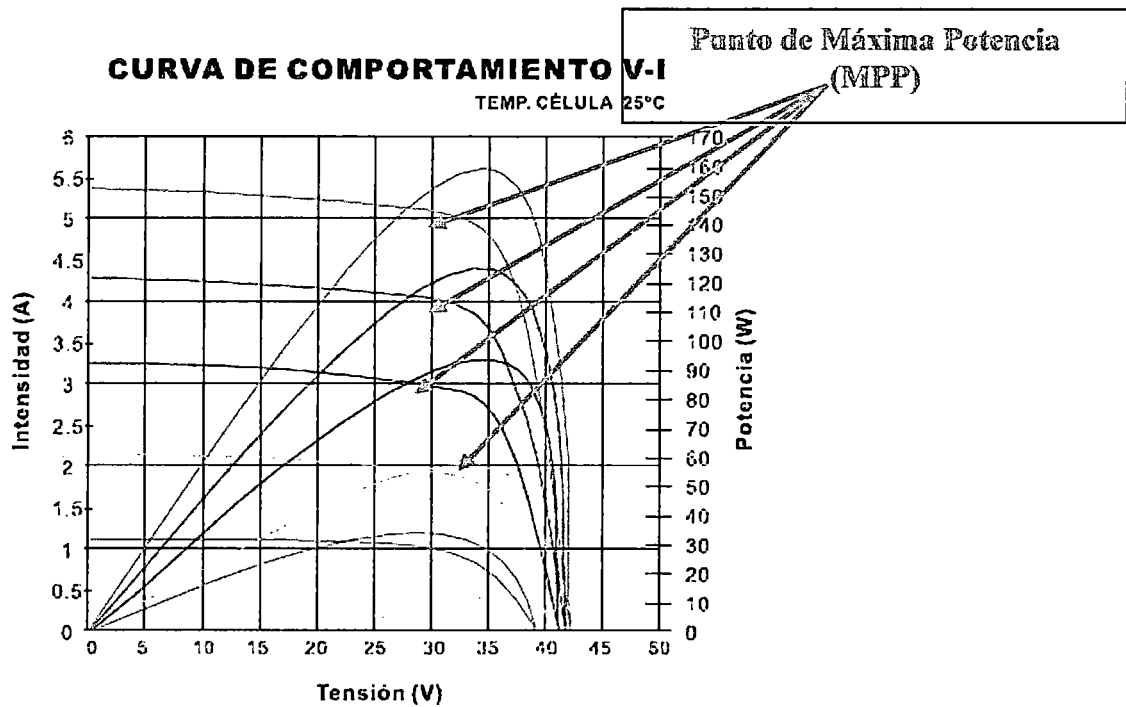
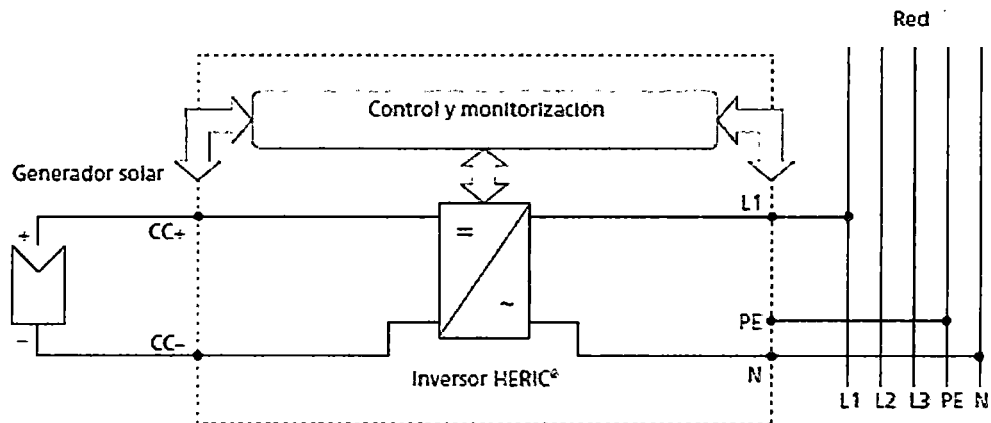


y cumplen con las más altas exigencias que dicho mercado obliga, poniendo entre los más importantes y de muy buena calidad del mundo.

La serie ISMG son inversores monofásicos que incorporan el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), que tienen la capacidad de operar el generador fotovoltaico en el punto de tensión y corriente que maximiza su potencia de salida (punto de máxima potencia MPP).

Los Inversores ISMG pueden seguir funcionando incluso cuando  $V_{mp}$  de la matriz cae por debajo del límite mínimo de MPPT (Min límite MPPT).

Estos inversores convierten la corriente continua procedente de las celdas solares en corriente alterna.



El inversor seleccionado para el Sistema es el modelo ISMG 1 50, de 5.0 KW, 220 Vac 60 Hz, a continuación le adjuntamos sus principales características técnicas:

1. No cuenta con transformador.
2. Sistema integrado de seguridad y filtrado según normas EMC
3. Comunicación Serial.
4. Protección para evitar el funcionamiento en ISLA.
5. IP 65.
6. Eficiencia de 96%

### **2.1.9 SISTEMA DE MONITOREO**

Con el Sistema de Monitoreo de Gavazzi, podemos diagnosticar y solucionar cualquier problema que se presente en el arreglo solar, con este sistema monitoreamos cada uno de los 4 arreglos solares (22 series x 4 paralelos), obteniendo la potencia generada por cada uno, su eficiencia de acuerdo a cada potencia de arreglo, totalizarlos y observarlos por cualquier PC.

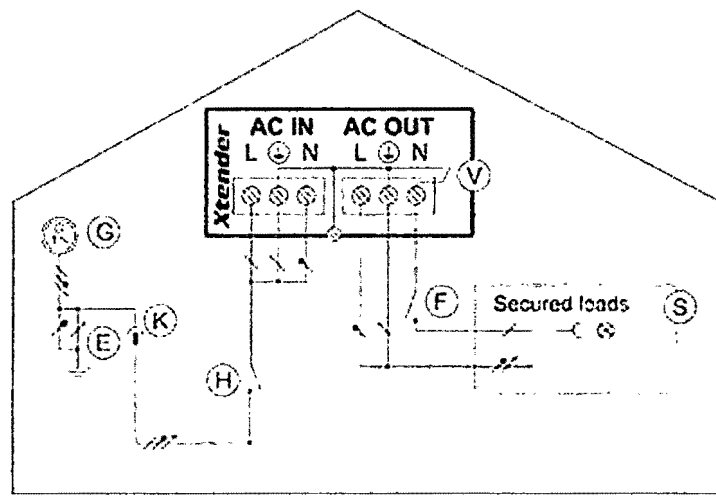
En el archivo adjunto se observan todos los elementos que componen este Sistema.

### **2.1.10 INVERSOR DE CORRIENTE BACKUP**

El Inversor de corriente que se debe utilizar debe tener las siguientes características:

1. Alta eficiencia en la potencia de trabajo (1,200 Wp).
2. Capacidad de soportar probables ampliaciones.
3. Debe contar con un dispositivo automático de arranque para el GE.

Luego de descrito lo recomendado, ofrecemos el Inversor de la marca Studer, de la serie XTender, con una eficiencia del 96%.



**Figure 9a** Wiring example of single phase with plugged generator

Entre sus principales funciones tenemos:

### **El inversor**

El Xtender tiene un inversor de altas prestaciones que entrega una onda perfectamente sinusoidal y de gran precisión. Cada aparato concebido para la red eléctrica pública 220V/60Hz puede conectarse al Xtender sin ningún problema si su potencia es menor o igual a la del Xtender. El inversor está protegido contra sobrecargas y corto-circuitos.

### **Detección automática de la carga (Load search)**

Con el fin de ahorrar energía de la batería, el inversor del Xtender se para y se pone automáticamente en modo detección de carga

### **El relé de transferencia**

El Xtender puede conectarse a una fuente de tensión alternativa como un generador o la red pública.

La tensión presente a la entrada del Xtender estará entonces disponible sobre la salida para los consumidores conectados. Al mismo tiempo, el cargador de batería se activa.

### **El modo de detección rápida (transferencia rápida)**

El modo de detección inmediata, cuya tolerancia puede ajustarse con el parámetro, puede activarse al conectar el Xtender a la red pública o sobre generadores que entreguen una tensión estable y poco perturbada. Este modo de funcionamiento garantiza una interrupción de tensión nula o inferior a 15 milisegundos.

## **El cargador de batería**

El cargador de batería del Xtender es automático y fue concebido de manera a garantizar una carga óptima de la mayoría de las baterías al plomo / ácido o plomo / gel. El cargador de batería se concibió para garantizar una carga de las baterías al máximo posible.

### **2.1.11 BANCO DE BATERÍAS (BACKUP)**

Las baterías se van a instalar en "rack", por otro lado, hay que tener en cuenta que las temperaturas de trabajo no son extremas ya que en Lima la diferencia de temperaturas entre Verano e Invierno no es muy crítico, sin embargo se recomienda el uso de baterías con las siguientes características:

- ✓ Que no emitan gases, es decir, que sean selladas y cuenten con válvula de recombinación de gases (VRLA)
- ✓ Que el electrolito no se congele al trabajar a bajas temperaturas.

Las baterías más adecuadas para esta aplicación, son las baterías de la marca SONNENSCHNEIN, fabricadas por EXIDE (fabrica de baterías más grande del Mundo) de la serie A600 SOLAR, diseñados especialmente para trabajar con sistemas solares.

Estas baterías se fabrican en celdas de 2V, de electrolito gelificado, que permite formar bancos de baterías de hasta 3500Ah.

Según los cálculos realizados (Considerando 2.5 días de Autonomía y 80% de profundidad de descarga), los bancos que se necesitan tiene las siguientes capacidades:

	FALABELLA
Capacidad de Baterías (C10)	1016 Ah @ 48 Vdc

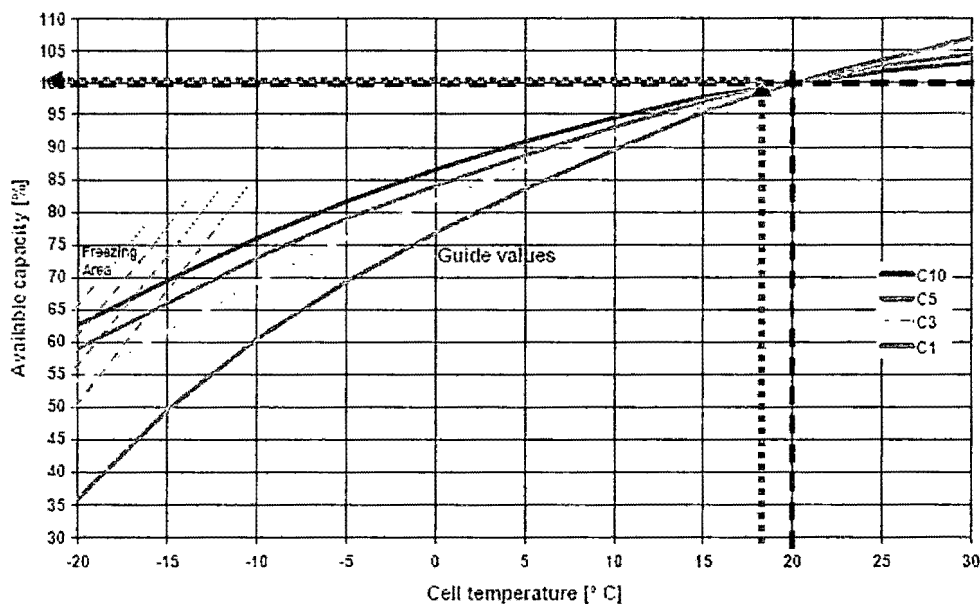
Se sabe que la capacidad de las baterías disminuye con la temperatura, por lo que se debe considerar las siguientes recomendaciones:

1. Corregir la capacidad del banco de baterías con un factor de temperatura (el cual se obtiene de graficas entregadas por el fabricante). PARA EL PRESENTE CASO NO ES NECESARIA ESTA CORRECCION.



2. Instalar un Controlador de Carga que tenga la opción de compensar por temperatura para generar la sobrecarga necesaria para cargar correctamente las baterías. ES INDISPENSABLE CONSIDERAR UN REGULADOR QUE TENGA LA OPCION DE COMPENSAR POR TEMPERATURA.

Revisando la Página 37 del “Manual de Baterías VRLA de Gel” Parte 2: Instalación, Puesta en Servicio y Funcionamiento, considerando una temperatura promedio de 4°C obtenemos de acuerdo al siguiente gráfico un factor de corrección de 90%.



Por consiguiente el Banco de Baterías se mantiene según el diseño:

FALABELLA
Capacidad de Baterías (C10) 1024 Ah

Con estos valores seleccionamos nuestros bancos de baterías.

Buscando en la tabla del modelo A600 SOLAR de Sonnenschein.

Type	Capacities C <sub>1</sub> - C <sub>100</sub> (20°C)				
	C <sub>1</sub> 1.67 V/C	C <sub>3</sub> 1.75 V/C	C <sub>5</sub> 1.77 V/C	C <sub>10</sub> 1.80 V/C	C <sub>100</sub> 1.85 V/C
4 OPzV 240	108	151	175	200	240
5 OPzV 300	135	189	219	250	300
6 OPzV 360	162	227	263	300	360
5 OPzV 400	180	252	292	350	400
6 OPzV 500	225	315	365	420	500
7 OPzV 600	270	378	438	490	600
6 OPzV 720	324	454	526	600	720
8 OPzV 960	432	605	701	800	960
10 OPzV 1200	540	756	876	1000	1200
12 OPzV 1400	630	882	1022	1200	1400
12 OPzV 1700	765	1071	1241	1500	1700
16 OPzV 2300	1035	1449	1679	2000	2300
20 OPzV 2900	1305	1827	2117	2500	2900
24 OPzV 3500	1575	2205	2555	3000	3500

Technical characteristics and data

Type	Part number	Nominal voltage	Nominal capacity C <sub>100</sub> 1.85 V/C Ah	Dis-charge current I <sub>100</sub> A	Length (l) max. mm	Width (b/w) max. mm	Height up to top of cover (h1) max. mm	Height incl. connectors (h2) max. mm	Installed length (B/L) mm	Weight approx. kg	Terminal	Pole pairs
4 OPzV 240	NGS6020240HS0FA	2	240	2.4	105	208	360	398	113	19.5	F-M8	1
5 OPzV 300	NGS6020300HS0FA	2	300	3.0	126	208	360	398	134	23.5	F-M8	1
6 OPzV 360	NGS6020360HS0FA	2	360	3.6	147	208	360	398	155	28.0	F-M8	1
5 OPzV 400	NGS6020400HS0FA	2	400	4.0	126	208	475	513	134	31.0	F-M8	1
6 OPzV 500	NGS6020500HS0FA	2	500	5.0	147	208	475	513	155	36.5	F-M8	1
7 OPzV 600	NGS6020600HS0FA	2	600	6.0	168	208	475	513	176	42.0	F-M8	1
6 OPzV 720	NGS6020720HS0FA	2	720	7.2	147	208	650	688	155	50.0	F-M8	1
8 OPzV 960	NGS6020960HS0FA	2	960	9.6	215	193	650	688	220	68.0	F-M8	2
10 OPzV 1200	NGS6021200HS0FA	2	1200	12.0	215	235	650	688	220	82.0	F-M8	2
12 OPzV 1400	NGS6021400HS0FA	2	1400	14.0	215	277	650	688	220	97.0	F-M8	2
12 OPzV 1700	NGS6021700HS0FA	2	1700	17.0	215	277	800	838	220	120.0	F-M8	2
16 OPzV 2300	NGS6022300HS0FA	2	2300	23.0	215	400	775	815	223	160.0	F-M8	3
20 OPzV 2900	NGS6022900HS0FA	2	2900	29.0	215	490	775	815	223	200.0	F-M8	4
24 OPzV 3500	NGS6023500HS0FA	2	3500	35.0	215	580	775	815	223	240.0	F-M8	4

Para la selección del modelo más adecuado vamos a considerar los siguientes factores:

1. Se debe seleccionar un tamaño de batería que permita manipularse con relativa facilidad, es decir, ser cargada por una persona (estibador), debido a la seguridad para, manipular e instalar la batería.
2. Por mantenimiento y sostenibilidad, es recomendable utilizar un solo modelo de celda, lo cual, nos va a permitir como proveedores, mantener stock de celdas de reposición (en caso de roturas o cualquier motivo de reemplazo) sin afectar el funcionamiento normal del sistema de energía.

Tomando estas consideraciones, recomendamos utilizar el modelo de celda 10 OPzV 1200 de 1,000 Ah (C10), con lo cual, tendríamos la siguiente autonomía:

	FALABELLA
Capacidad de Baterías (C10)	1000 Ah @ 48 Vdc

### Battery cable kit, 1B (Kit de Cables y conectores de baterías)

Todas las conexiones en serie de los bancos de baterías están diseñadas especialmente para trabajar con el tipo de conector de la celda (Revisar

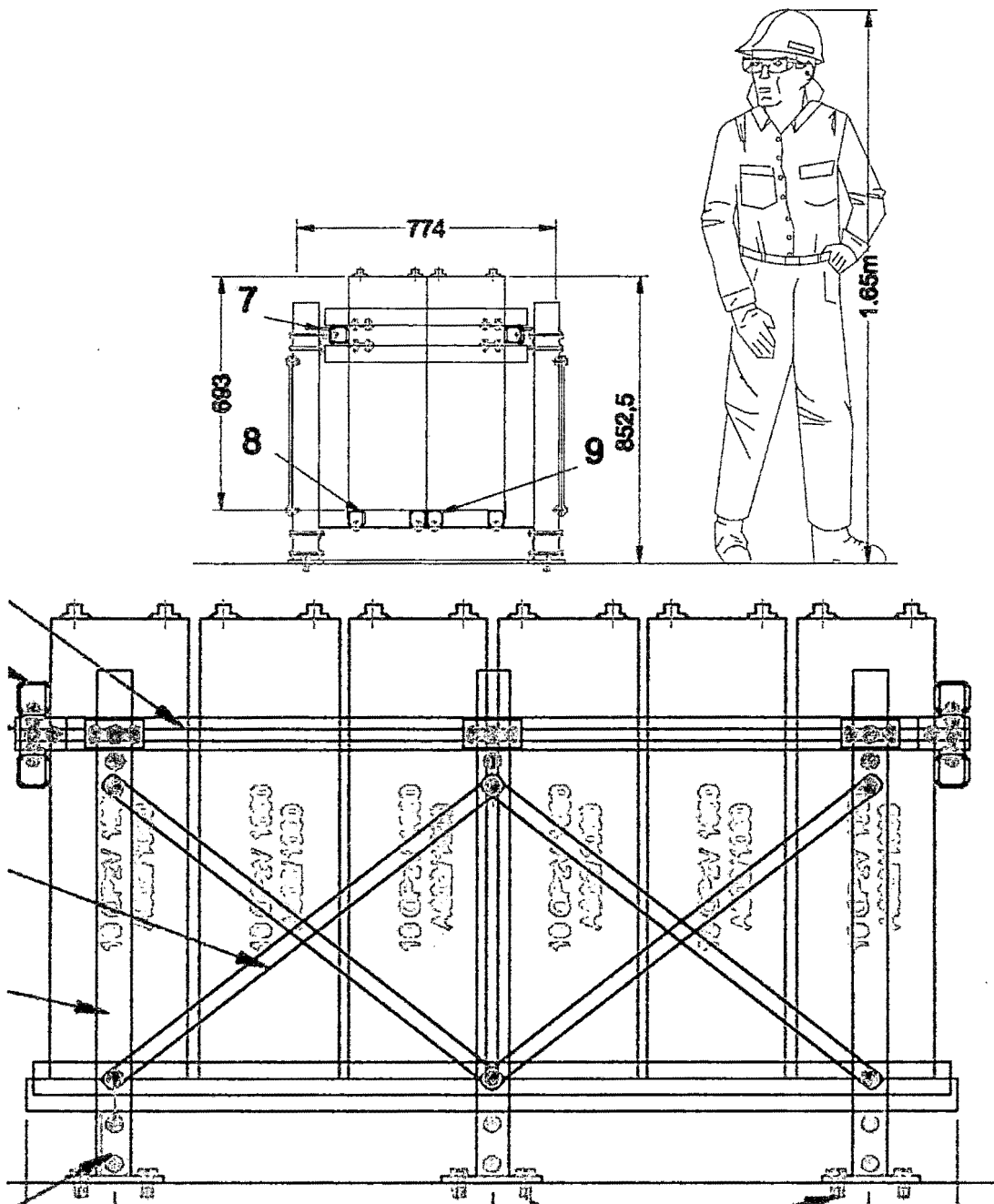
páginas 12 y 13 del "Manual de Baterías VRLA de Gel" Parte 1: Principios Básicos, Diseño y Características).

Los conectores consisten en un cable soldado a terminales especiales, debidamente aislados. Para poder realizar la conexión se utilizan pernos Inoxidables.

Los conectores se suministran de acuerdo a la configuración del banco de baterías (2x12 o 4x6, según sea el caso).

### 2.1.12 RACK DE BATERÍAS

Nuestra propuesta consiste en el suministro de un "Rack de baterías" del tipo vertical (baterías instaladas verticalmente), fabricado con estructura de acero galvanizado y pintado al horno.



Para nuestro caso utilizaremos 02 racks según el diseño.  
Cada rack de baterías soportará un peso aprox. De 1000 Kg.

## 2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

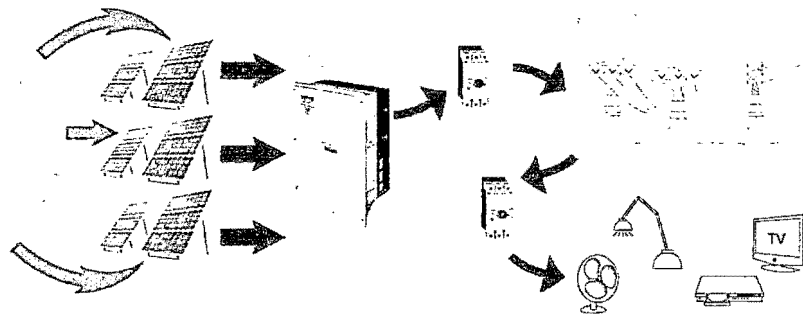
### 2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La gama de productos Carlo Gavazzi serie ISMG, (inversor solar FV Smart PPT), está compuesta por una serie de convertidores fotovoltaicos diseñados para conectarlos a la red eléctrica de distribución. Pueden conectarse strings tanto de modo independiente como de modo paralelo.

Utilizan una tecnología MPPT innovadora que permite elegir y gestionar de forma flexible el punto de máxima potencia, un sofisticado algoritmo para controlar los módulos fotovoltaicos y conectarlos a la red general de distribución.

Los convertidores ISMG utilizan la tecnología descrita con la finalidad de absorber de modo eficiente una mayor cantidad de energía de los paneles fotovoltaicos durante los períodos de escasa iluminación solar. Los productos ISMG están diseñados para convertir la tensión CC producida por los strings fotovoltaicos en tensión CA que luego se envía a la red de distribución a 230V/50Hz ó 230V/60 Hz.

La gama ISMG comprende actualmente 3 modelos, que se definen como:



*Fig1.1.1 Esquema genérico de una conexión de un sistema fotovoltaico*

ISMG160ES, ISMG150ES y ISMG145ES. La Figura 1.1.1 muestra una aplicación típica de conjunto del sistema de energía fotovoltaica conectado a la red con un convertidor con tres (3) strings de paneles. Los convertidores ISMG cumplen todos los requisitos de las normas de seguridad, así como el RD1663/2000.



Además, los convertidores ISMG también están certificados con arreglo a las normas EMC más recientes y consiguientes estándares armonizados así como a las normas sobre la baja tensión descritas en la declaración de conformidad CE.

## **2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO**

El convertidor ISMG está diseñado para soportar hasta tres (3) strings FV y funciona automáticamente sin necesidad de ninguna configuración previa.

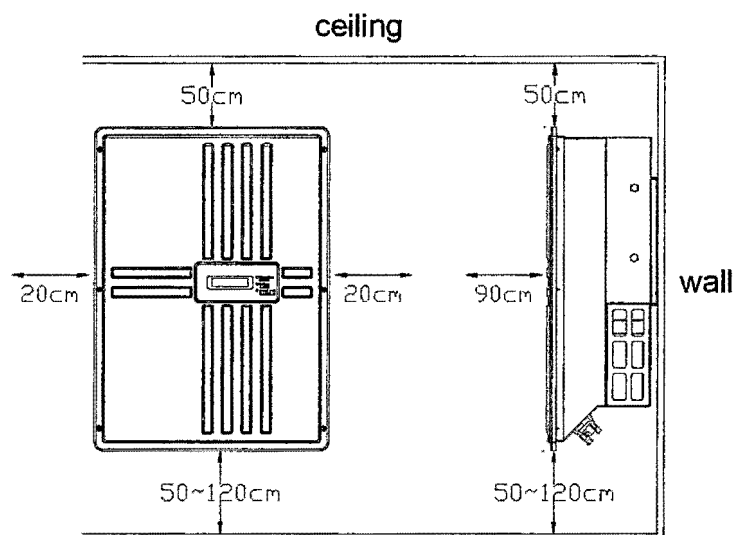
Cuando al menos una de las tensiones CC generada por el módulo fotovoltaico supera el valor de tensión mínima MPP (unos 100Vcc) pero permanece inferior a un valor de umbral prefijado PTV (unos 130 Vcc), el regulador del dispositivo arranca y entra en la modalidad de control del sistema; luego permanece en la modalidad de monitor hasta que el valor de umbral prefijado (PTV) se haya alcanzado. En modalidad monitor, el convertidor ISMG no alimenta la red, sino que permanece en observación de la tensión CC entrante. Cuando la tensión CC supera el valor de umbral prefijado (PTV) y todas las restantes condiciones necesarias para la conexión de red están controladas y verificadas para un período de tiempo establecido, el convertidor ISMG entra en la modalidad de alimentación de red, es decir, cierra el relé hacia el lado CA y empieza a alimentar constantemente la red. En el momento en que todas las tensiones CC bajan por debajo de la regulación de tensión mínima MPP, es decir 100Vcc, el convertidor ISMG se apaga automáticamente. El convertidor ISMG volverá a ponerse en funcionamiento automáticamente cuando una o más tensiones CC de entrada superan de nuevo la posición de tensión mínima MPP.

Le agradecemos que haya elegido los convertidores ISMG. El presente documento contiene las informaciones necesarias para instalar y regular los convertidores ISMG. *Por lo tanto, se recomienda leer el presente manual con atención antes instalar el equipo.*

## **2.2.3 INSTALACIÓN**

### **Posicionamiento**

- ✓ El convertidor ISMG puede posicionarse dentro o fuera, siendo la clase de protección IP65.
- ✓ Evite montar el convertidor en un lugar directamente expuesto a los agentes atmosféricos o a los rayos directos del sol.
- ✓ Deje a las manos 50 cm de espacio libre por encima y por debajo del convertidor para mejorar la ventilación (véase Figura 2.1.1).
- ✓ Monte el convertidor en una pared que sea lo suficientemente estable para sostener el convertidor con su peso (unos 24 Kg), la pared no debe ser inflamable, no sujeta a choques o vibraciones.
- ✓ Asegúrese de que el LED y el Display estén bien visibles para el operador.
- ✓ La humedad deberá estar comprendida entre 0% y 95%.
- ✓ Mantenga los cables CC lo más cortos posibles para perder la mínima potencia posible.

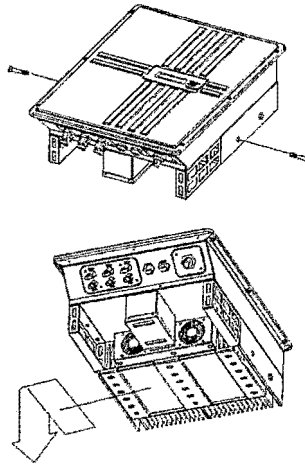


*Fig2.1.1 Distancias necesarias para la instalación del convertidor ISMG*

### **Montaje**

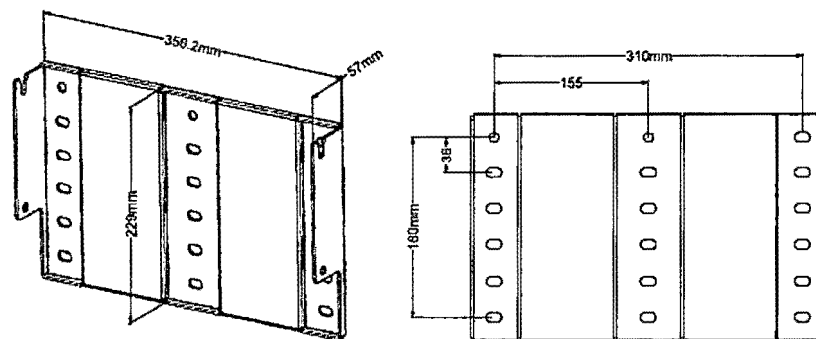
El montaje del convertidor en la pared se compone de cinco fases principales:

Primero, afloje los dos (2) tornillos laterales y desenganche la abrazadera del convertidor como se muestra en la siguiente figura 2.2.1.



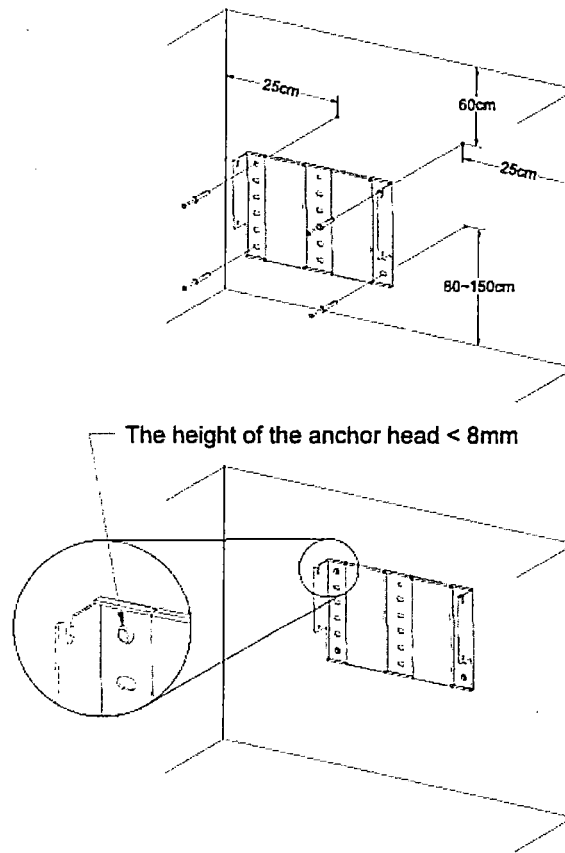
*Fig 2.2.1 Retire tornillos laterales y abrazadera*

1. Utilice la abrazadera de montaje (Fig 2.2.2) como perfil y calibre de perforación para señalar las posiciones en las que deberán practicarse los orificios. Los orificios deberán tener una profundidad en la pared de al menos 50 mm con un diámetro 8 mm.



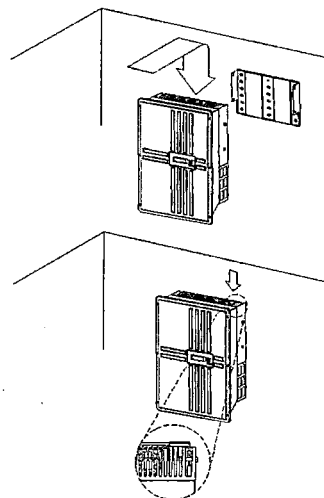
*Fig 2.2.2 Abrazadera de montaje*

2. Después de haber practicado los orificios, sujete la abrazadera de montaje contra la pared y asegúrela a la pared mediante dispositivos de fijación como se muestra en la Figura 2.2.3.



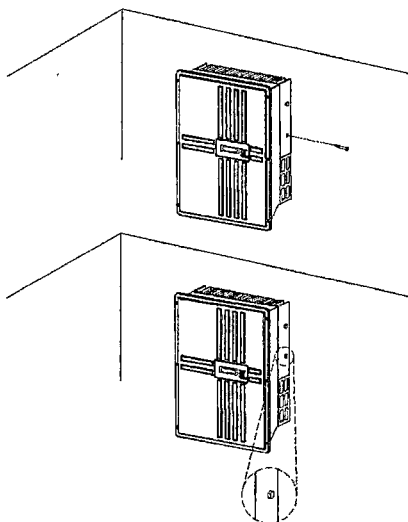
*Fig 2.2.3 Asegure la abrazadera de montaje*

3. Una vez asegurada la abrazadera de montaje, el convertidor puede levantarse y engancharse en la abrazadera como se muestra en la Figura 3.2.4.



*Fig 3.2.4 Enganche del convertidor a la abrazadera*

4. Después de haber enganchado el convertidor a la abrazadera, es necesario asegurar el convertidor a la abrazadera con dos tornillos laterales (véase Figura 2.2.5) para evitar que el convertidor se aleje de la abrazadera.



*Fig 2.2.5 Asegure el convertidor con dos tornillos laterales*

### **Cableado del convertidor**

Las siguientes tres secciones describen las conexiones del sistema eléctrico para los puertos CA, CC y de comunicación. El convertidor ISMG 160 ES tiene tres (3) pares de terminales de conexión CC, string A, B, y C, mientras el ISMG 150 ES y el ISMG 145 ES sólo tienen dos (2) pares de terminales de conexión CC, string A y C. Los tres modelos tienen dos (2) conectores RJ-45 y un (1) terminal de conexión CA en el fondo del convertidor mostrado en la Figura 3.3.1.

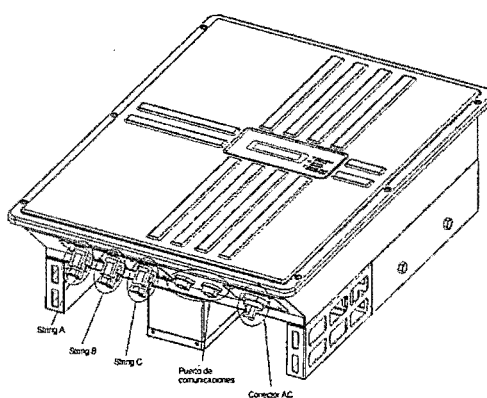
### **Los terminales**

de conexión CC se utilizan para conectar a strings FV mediante seccionadores que deberán ponerse cerca del convertidor. Los conectores RJ-45 se utilizan para la comunicación externa hacia un ordenador remoto o terminal. El terminal de conexión CA se utiliza para la conexión a la red.

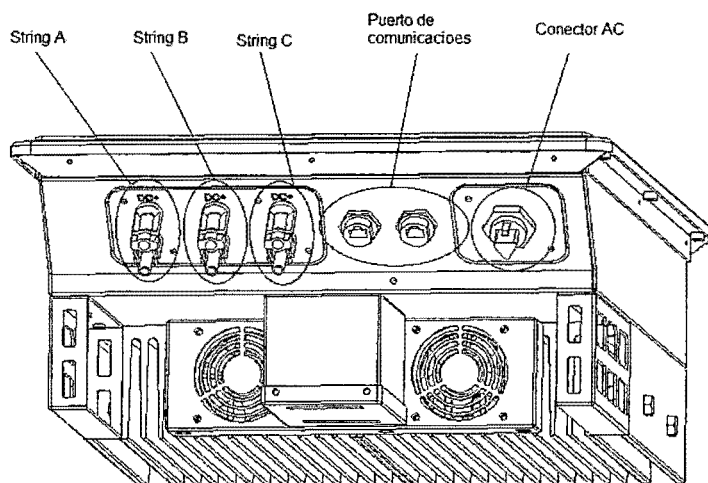
Se aconseja tener seccionadores, que deberán colocarse cerca del convertidor para las conexiones CC, mientras que estarán cerca del panel de distribución para la conexión CA.

Cada par de terminales de conexión CC deberá conectarse a un string FV teniendo cuidado de no superar el máximo de los valores indicados en la sección.

Se recomienda suministrar a cada string 350 VCC aunque el intervalo de tensión MPP esté comprendido entre 100 y 450 VCC.

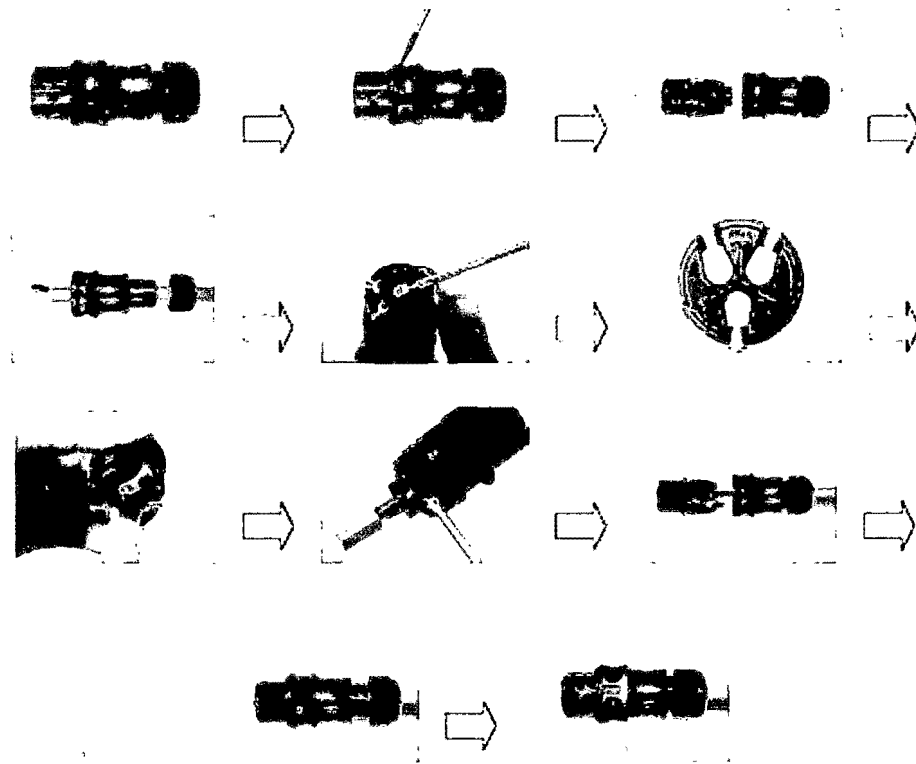


*Fig 3.3.1 Vista frontal del lado de las conexiones eléctricas*

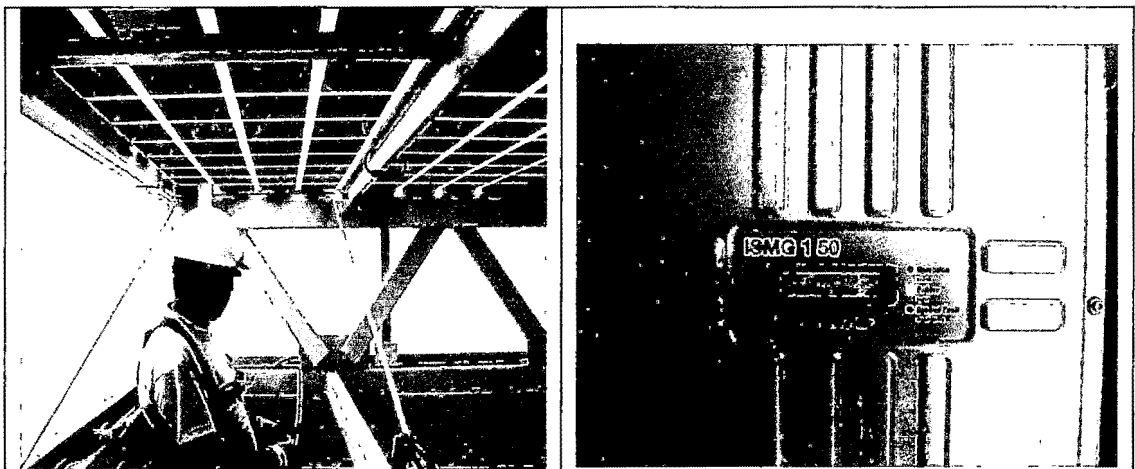


*Fig 3.3.2 Vista lado inferior del lado de las conexiones eléctricas*

Utilice el conector CA incluido en el embalaje para conectar el cable de potencia CA como se ilustra en la siguiente figura 3.3.1.1.



Asegúrese de nuevo que todas las conexiones estén efectuadas correctamente como hemos descrito anteriormente y que todos los tornillos estén bien apretados. Introduzca el conector CA en el terminal CA para completar la conexión del cable CA para el convertidor. (Ver Anexo 04 para más Información)<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Convertidor Fotovoltaico - Para sistemas conectados a la red –Anexo 04

Foto 1. Vista del soporte de Módulos Traslucidos

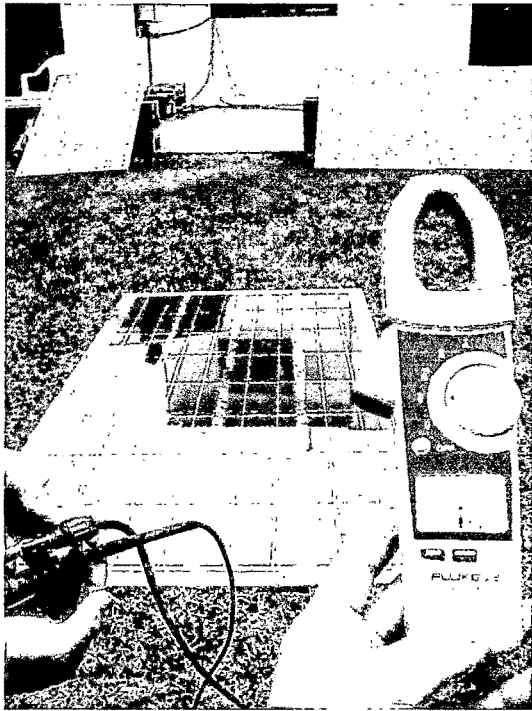


Foto 03: vista de la tensión a circuito abierto, además la corriente es de 6.4 Adc.

Foto 2. Vista del inversor Smart MPPT Inverter.

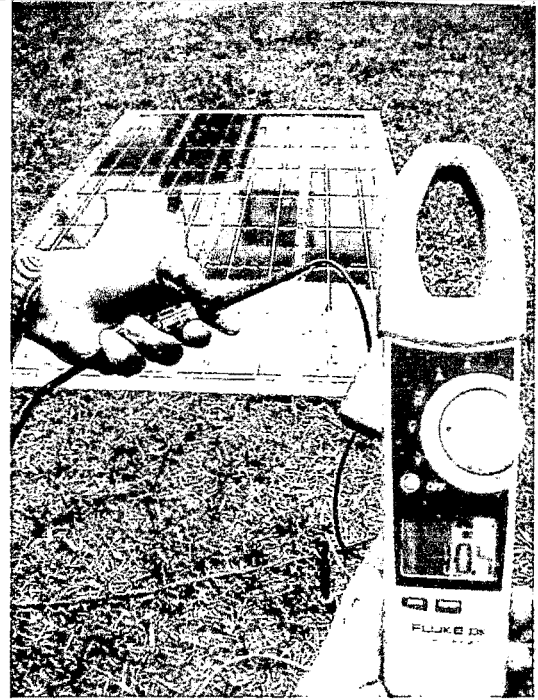


Foto 04: Vista de la medición del polo negativo con la tierra del jardín luego de aplicarle agua a la caja de conexiones y a los módulos solares en general.

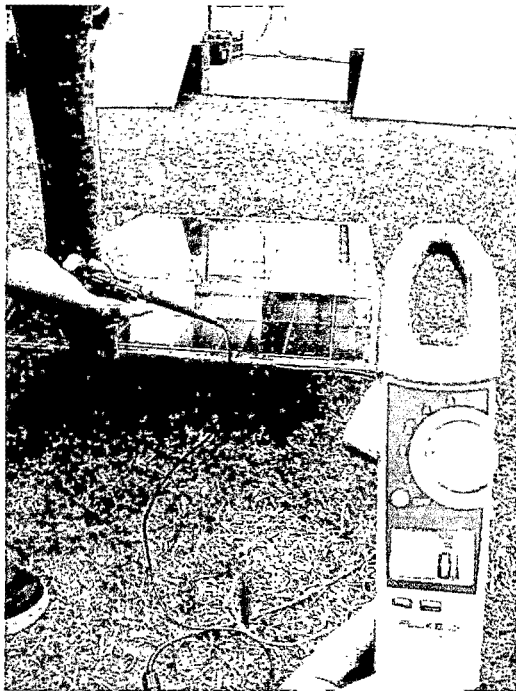


Foto 05: vista de la tensión a circuito abierto levantando el Modulo Solar y dejar sin contacto la caja de conexiones con la tierra.

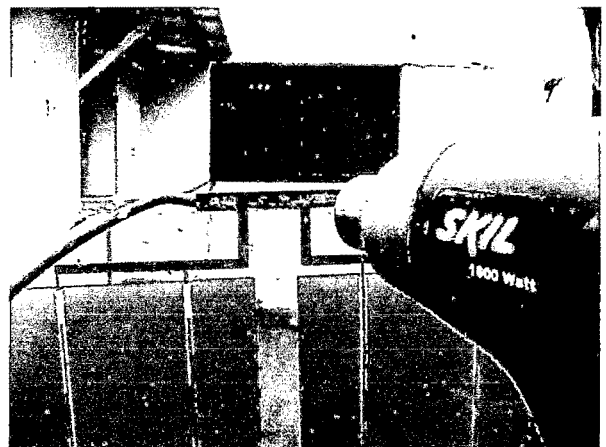


Foto 06: Vista del secado de la caja de conexiones.





Foto 07: vista de la tensión a circuito abierto luego del secado de de la caja de conexiones.

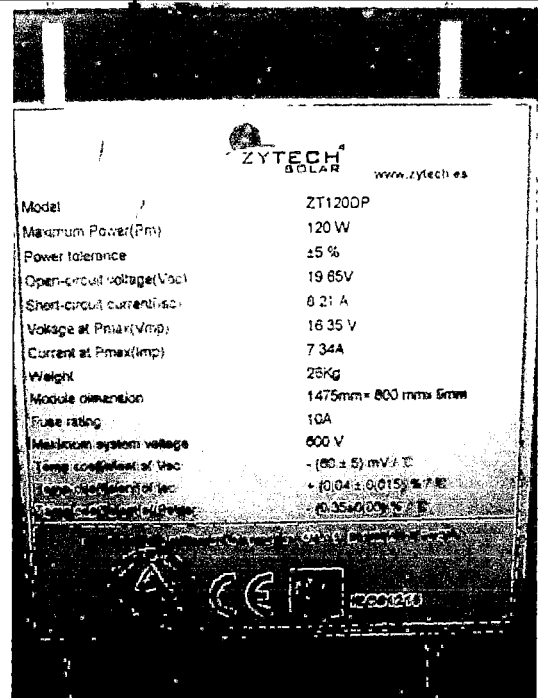


Foto 08: Vista del data sheet del módulo solar.

### III. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR

Hasta el momento la transformación y el almacenaje de la energía solar para posteriores usos en forma química era extremadamente cara y complicada. Ahora, una nueva aplicación desarrollada por científicos del **Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)** permite usar esta energía, cuando realmente sea necesaria.

Existen tecnologías que nos permiten utilizar la energía, las mareas, el viento, el sol, etcétera. Sin embargo, esta energía debe ser consumida en el mismo momento que se produce, de modo que la hace muy ineficiente de cara a su uso comercial. La solución sería su almacenaje de forma segura para su uso posterior (por ejemplo encender las bombillas de una casa con la energía recogida por los paneles solares durante el día).

El almacenaje de forma química tiene importantes ventajas respecto a otros sistemas. El principal es su acumulación durante periodos largos de tiempo sin

pérdidas sustanciales de energía, pudiendo recuperar la práctica totalidad de la misma poco tiempo después.

Sin embargo, los sistemas químicos son caros y difíciles de aplicar por dos motivos: el propio proceso de conversión y acumulación, que necesita diversos y complicados ciclos, y la utilización de un material raro y caro como es el rutenio.

El pasado año, el profesor del MIT Jeffrey Grossman y otros cuatro colegas encontraron un método para almacenar mejor la energía de manera química. Sin embargo, ya en su día apuntaron que el proceso sería más sencillo si se encontrasen otros materiales con las mismas características y más abundantes.

Ahora, Grossman junto al investigador Alexie Kolpak han encontrado un material con estas características.

### **Estructuras de nanotubos de carbono**

El nuevo material encontrado se basa en estructuras de nanotubos de carbono combinados con azobenceno. Este nuevo material "tiene propiedades que no existen en otros materiales de manera separada" explica Grossman.

Este compuesto, además de ser menos caro y más fácil de conseguir que el rutenio, tiene una mayor capacidad de acumulación de energía. Exactamente, explica el investigador Alexie Kolpak, **"unas 10.000 veces más densidad volumétrica de acumulación de energía" respecto al contenido de rutenio, teniendo más densidad energética que las baterías de ion litio.** Además, "podemos controlar las interacciones moleculares incrementando la cantidad de energía acumulada y el tiempo que puede permanecer almacenada" apunta Kolpak. "Y lo más importante, podemos controlar ambos factores de manera independiente", puntualiza el investigador.

De este modo, la estructura molecular de los materiales de almacenamiento termoquímico cambia por la acción de la energía solar. Posteriormente, para liberar la energía acumulada solo hace falta un pequeño cambio de temperatura,

una catálisis química o algún estímulo externo mínimo para producir una reacción en cadena y aprovechar la energía.

Lo interesante de este nuevo material es también la capacidad de simplificación del proceso. En palabras de Grossman, "tenemos un material que convierte y almacena la energía" en un solo paso, y que además "es robusto, no se degrada y es barato".

Sin embargo aún queda mucho por investigar en el mundo de los nuevos materiales que consigan almacenar energía de manera estable y duradera. Como explican los propios investigadores, "creo que es la punta del iceberg"

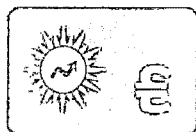
#### **IV. INFORMES TECNICOS DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA ELECTRONICO DE ENERGÍA SOLAR.**

La energía solar fotovoltaica es una energía renovable que permite reducir la dependencia de fuentes de combustible sucias tales como la energía nuclear o la térmica, con el consiguiente beneficio medioambiental. Otro de los beneficios, aparte de su carácter limpio, es su carácter inagotable, al contrario que otras fuentes de energía tales como el petróleo o el carbón. La utilización de energía solar fotovoltaica contribuye a reducir el consumo y la dependencia de las energías fósiles, reduciendo a su vez las emisiones de gases de su combustión y que provocan el efecto invernadero. Las energías fósiles son un recurso agotable debido a que se consumen a un ritmo muy superior al que se generan de forma natural.

El aprovechamiento de la energía solar, en cambio, se presenta como un sistema de producción de energía sostenible, ya que se consume la energía diariamente producida por el sol: los paneles fotovoltaicos producen electricidad durante el día, que se almacena y se consume posteriormente.

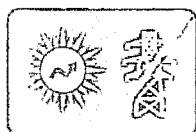
Muchos años de experiencia realizando instalaciones fotovoltaicas garantizan una solución económica, fiable y adecuada para cada caso; con lo que nuestras instalaciones tienen bajo mantenimiento y no presentan averías.

#### 4.1. TIPO DE APLICACIONES EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



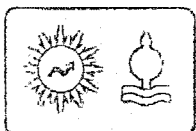
Venta de electricidad fotovoltaica a la compañía eléctrica

Nuevas Energías Renovables dispone de más de ocho años de experiencia instalando energía solar fotovoltaica, lo que garantiza la calidad de nuestras instalaciones fotovoltaicas



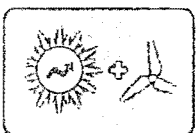
Electrificación de viviendas aisladas de red mediante fotovoltaica

En Nuevas Energías Renovables calculamos y proyectamos las mejores instalaciones fotovoltaicas aisladas para que nunca te falte la electricidad. Todas nuestras instalaciones autónomas poseen un grupo electrógeno auxiliar que permitirá disfrutar de electricidad los días con ausencia de sol.



Energía solar fotovoltaica para bombas hidráulicas

Nuevas Energías Renovables propone aplicar la energía solar fotovoltaica para las bombas hidráulicas de riego en explotaciones agrícolas que no disponen de suministro eléctrico



Instalaciones híbridas (solar-eólica)

En ocasiones no se instala únicamente energía solar fotovoltaica o eólica, sino que se hace de forma conjunta, porque las condiciones meteorológicas que las producen son complementarias.

#### 4.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Una instalación fotovoltaica está compuesta por un grupo generador, formado por una extensión de paneles solares fotovoltaicos, un regulador de carga, un grupo acumulador y un inversor.

Durante las horas de insolación, los paneles fotovoltaicos producen energía eléctrica en forma de corriente continua que es almacenada en los acumuladores. En los momentos de consumo energético, los acumuladores suministran a los receptores esta electricidad, que es transformada en corriente alterna por el inversor.

La energía solar fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico para convertir directamente la energía de los rayos solares en electricidad. Para obtener una corriente eléctrica se ha de crear una diferencia de potencial eléctrico. Se deben usar materiales conductores ya que sus electrones tienen una actividad más elevada y permiten crear flujo eléctrico fácilmente.

Para que la célula fotovoltaica genere electricidad deberemos crear una diferencia entre la carga positiva y la negativa añadiendo a un semiconductor puro unas pequeñas dosis de átomos contaminantes, capaces de ceder o aceptar electrones.

Mediante cargas deberemos generar una corriente exponiendo la célula fotovoltaica a una radiación luminosa para aprovechar la energía de los fotones. El fotón cede energía a un electrón de la banda de valencia y lo hace pasar a la banda de conducción. Así, se provoca la ausencia de electrones, que crean cargas y establecen una corriente eléctrica. Obtendremos una diferencia de potencial uniendo dos semiconductores que contienen diferentes densidades de cargas positivas o negativas. Esto genera un campo eléctrico.

El material habitual para la fabricación de células fotovoltaicas es el silicio, uno de los materiales más abundantes en nuestro planeta, ya que se encuentra por ejemplo en la arena.

### 4.3. TIPOS DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

Existen diferentes tipos de paneles solares fotovoltaicos:

- **Monocristalinos:** fabricados a base de lingotes puros de silicio. Ofrecen un máximo rendimiento.
- **Policristalinos:** fabricados a partir de la refundición de piezas de silicio. Son mucho menos costosos que los monocristalinos y ofrecen un rendimiento óptimo.
- **Amorfo:** fabricados a partir de la deposición de capas delgadas sobre vidrio. El rendimiento es menor que el silicio cristalino. Se usa para aplicaciones de pequeña potencia.

### 4.4. HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La existencia del efecto fotovoltaico fue puesta de manifiesto por el físico Becquerel en el año 1839. Hacia 1870 el profesor W. Grylls Adams experimentó sobre el efecto de la luz sobre el selenio, comprobando que se creaba un flujo de electricidad, que denominaron "fotoeléctrica".

En el año 1885 Charles Fritts construyó el primer módulo fotoeléctrico, demostrando la evidencia de la conversión directa de la energía de la luz en energía eléctrica. En 1921 Albert Einstein gana el Premio Nobel por sus teorías explicativas del efecto fotovoltaico. En 1953, los ejecutivos de Bell presentaron la denominada Batería Solar Bell, mostrando un panel de células fotovoltaicas que alimentaban una noria en miniatura.

En pocos años se sustituyó el selenio y se empezó a utilizar el silicio como material básico para las células.

Los primeros usos comerciales fueron para la alimentación de lugares remotos alejados de la red eléctrica. Las células fotovoltaicas tuvieron su primer gran

campo de aplicación en el espacio y estas viajaron al espacio a finales de los años 60, alimentando un satélite. Se dieron cuenta que las células solares se podían aplicar en otros campos. Se instalaron detectores camuflados en la ruta Ho Chi Min alimentados por células solares fotovoltaicas.

En 1973 investigadores de Solar Power Corporation comenzaron a investigar para reducir el coste de fabricación de las células, y utilizaron silicio de rechazo, de la industria de los semiconductores. Se construye "Solar One", la primera casa donde las placas fotovoltaicas instaladas en el techo tienen doble efecto: conseguir energía eléctrica y actuar de colector solar calentado el aire bajo ellas para llevarlo a un intercambiador de calor.

Los primeros lugares donde se realizaron instalaciones fotovoltaicas fueron zonas aisladas de la red eléctrica, como en 1978 cuando se instala un sistema fotovoltaico de 3.5-kWp en una reserva india, utilizado para bombear agua y abastecer 15 casas. Después se hicieron instalaciones de todo tipo, como señalizaciones marítimas y ferroviarias, o antenas de comunicaciones. En 1983 la producción mundial de energía fotovoltaica supera los 21,3 mw, y las ventas superan crecen considerablemente. En los 90, se hicieron todo tipo de pruebas como la construcción de Ícaro, un avión alimentado por 3000 células fotovoltaicas que sobrevuela Alemania.

#### **4.5. FUTURO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

La energía solar está en pleno desarrollo, y con unas expectativas excepcionales, ya que las investigaciones que se realizan están aportando nuevas tecnologías a este campo.

Se han creado nuevas células fotovoltaicas con forma esférica y tamaño de 1mm de diámetro que podrían ayudar a expandir esta tecnología. Se han desarrollado nuevas tecnologías con silicio: el silicio en bandas flexibles y la película de silicio.

También se ha optado por la búsqueda de otros materiales como las células de telurio de cadmio y las de seleniuro de cobre e indio. Otro sistema de obtener una superficie fotovoltaica es pulverizando el semi-conductor en una capa muy fina. Esto economizaría mucho la instalación. Se han creado incluso células fotovoltaicas transparentes, existiendo la posibilidad de incorporarlas en grandes cristalerías y convirtiéndolas en generadores de electricidad. Así reducirían el impacto visual, al igual que las tejas solares que harían la doble función de cubrir la casa y generar energía.

Según los pronósticos, para 2016 se habrán construido inmensas huertas solares en los grandes desiertos del mundo. Se cubrirá el 10% de las demandas de energía mundiales mediante energía solar. El desarrollo de la energía solar fotovoltaica se encuentra con las barreras de carácter económico, que son las que limitan su desarrollo. En España, la situación se presenta muy favorable, ya que se dispone de recursos solares muy favorables para el desarrollo. Existe tecnología y capacidad de fabricación a nivel nacional, y apoyo del gobierno a los proyectos fotovoltaicos con subvenciones importantes, que permiten obtener grandes rendimientos a medio plazo. Según el plan de energías renovables en España, para el 2010 se espera un total de 363 Mw instalados de energía fotovoltaica. A nivel internacional, hay diferentes programas como el promovido por el Ministerio de Economía japonés, que quiere disponer de una potencia instalada de 5.000 MWp en el 2020. Más cercano, el programa fotovoltaico de la Unión Europea es llegar a 3.000 MWp en el 2010.

Uno de los avances que generará la energía solar será el de no depender de energías contaminantes y destructivas como la energía nuclear. A todo esto hay que sumarle el gran potencial para la generación de empleo.

## **V. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA, EQUIPOS Y COMPONENTES**

### **SISTEMA FOTOVOLTAICO:**



Está compuesto por 01 estructura metálica que albergara 88 módulos solares:

- ✓ 88 módulos solares Marca Zytech de 120 W
- ✓ 02 Inversores marca Carlos Gavazzi
- ✓ 02 Tableros de control y monitoreo.

### INVERSOR/CARGADOR

- ✓ Está compuesto por 01 rack metálico antisísmico que albergara a 24 Baterías.
- ✓ 01 Banco de baterías compuesto por 24 baterías marca Sonnenschein de 2Vdc c/u conectadas en serie.
- ✓ 01 Inversor Cargador de 2000 W Marca Xtender.

Se realizaron los trabajos de corte y extracción de las estructuras de aluminio, el piso se encontraba con impermeabilizante además de ser un material inflamable.

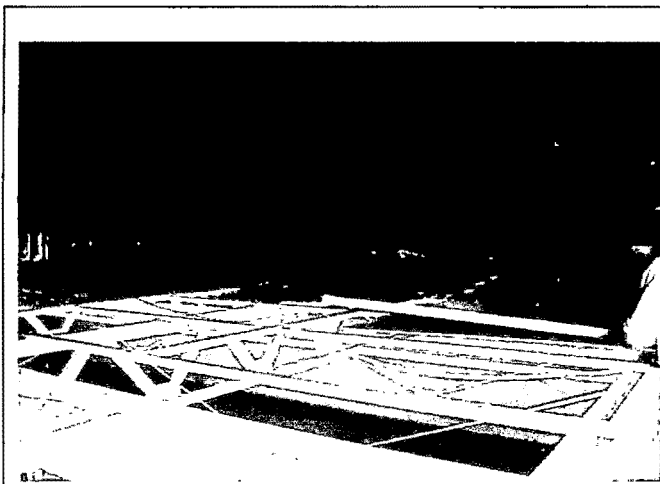


Foto N°1 Retiro de las estructuras de aluminio

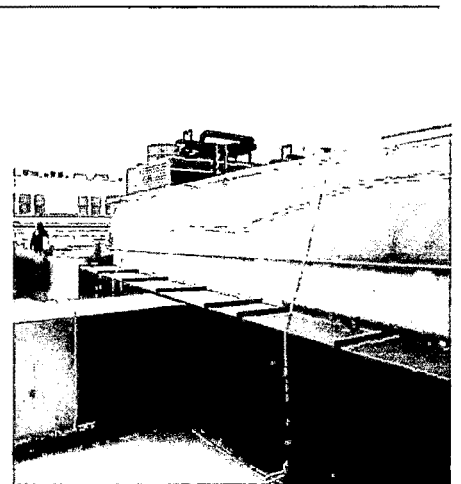


Foto N°2 Vista de las tapas de policarbonato



Foto N°3 Vista de las lonas de protección

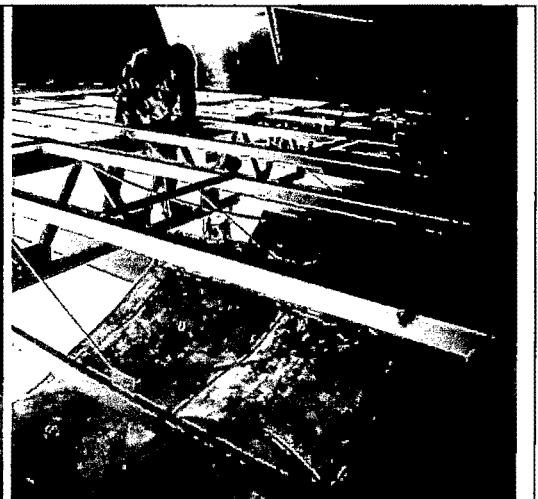


Foto N°4 Vista de la protección del techo

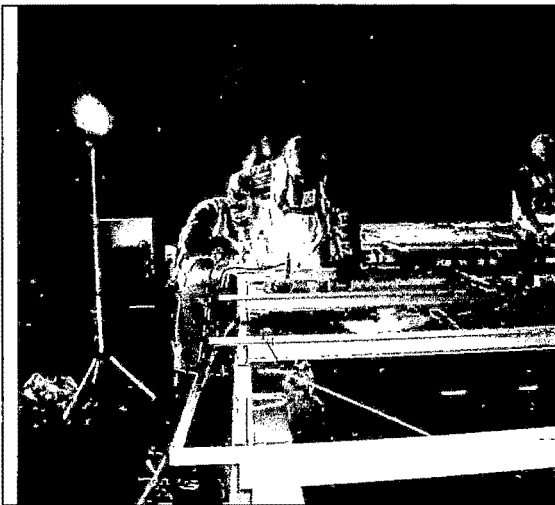


Foto N°5 Vista de los trabajos de Soldadura

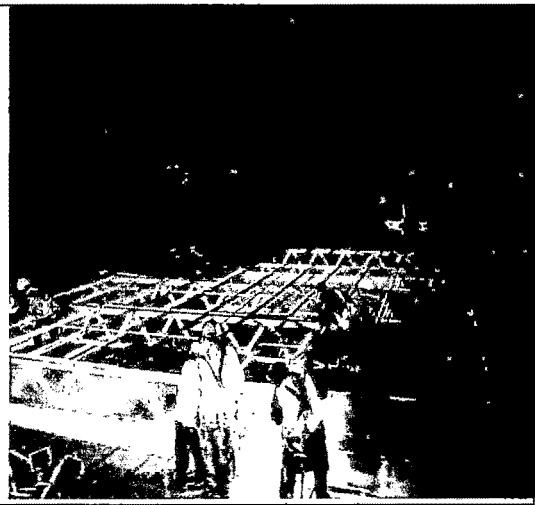


Foto N°6 trabajos de soldadura y pintado

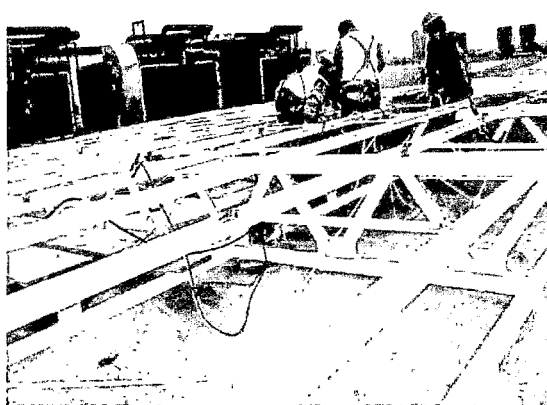


Foto N°7 Retiro de las estructuras de aluminio

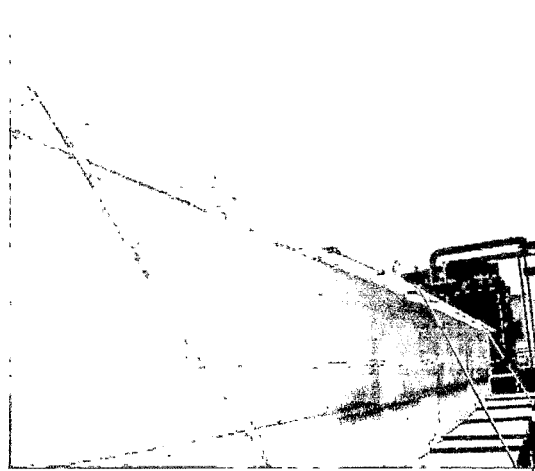


Foto N°8 Vista del policarbonato asegurado

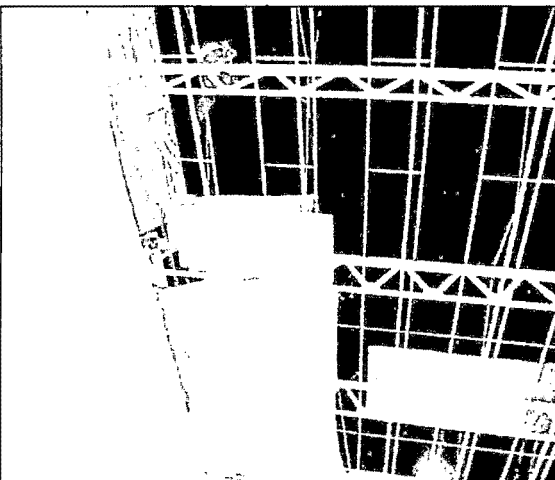


Foto N°9 Vista de la protección del techo



Foto N° 9 Vista del trabajo de soldadura

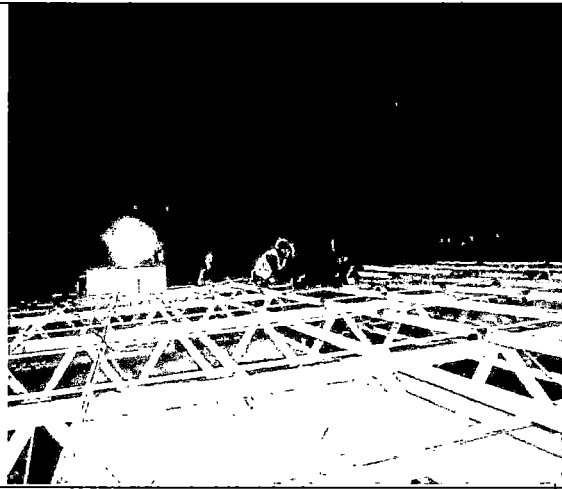


Foto N°10 Vista de los trabajos de avances

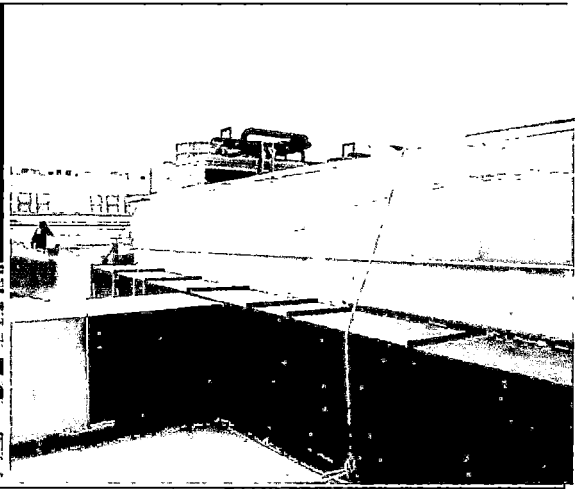


Foto N°11 Vista de las tapas de policarbonato

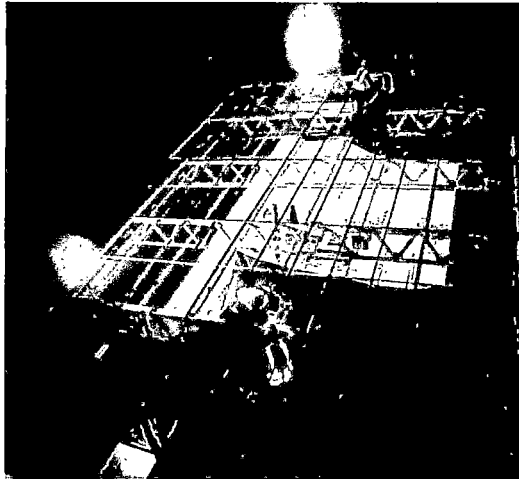


Foto N°12 Vista de la protección del techo

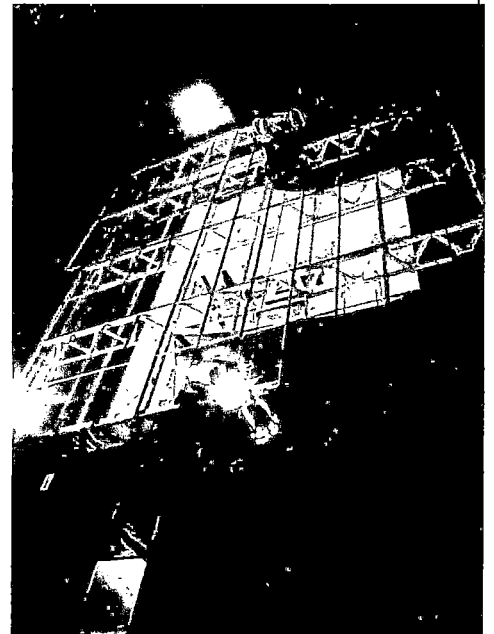


Foto N°13 Trabajo de soldadura (02 grupos)

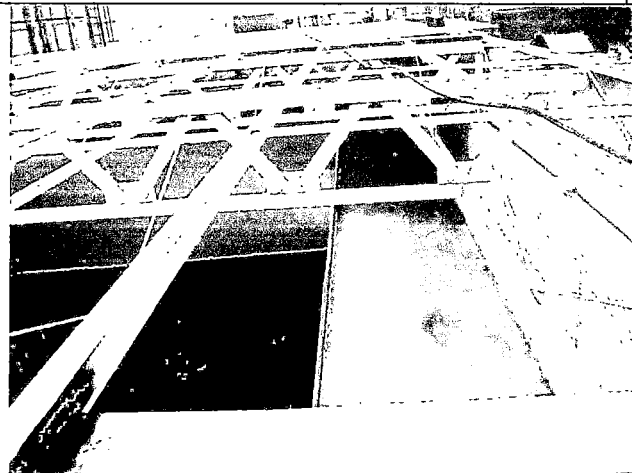


Foto N°14 Se terminaron los trabajos de soldadura

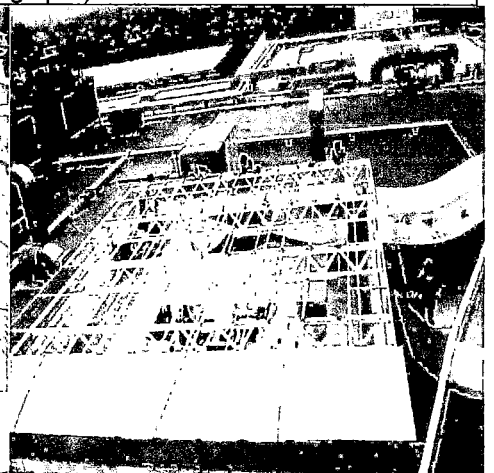


Foto N°15 Vista de las tapas de policarbonato

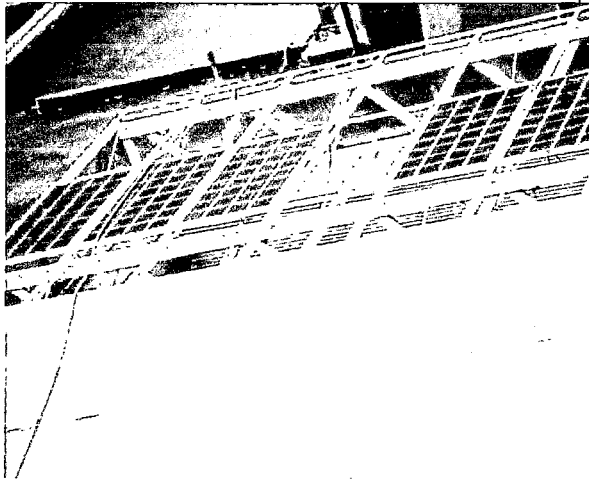


Foto N°16 montaje de los Módulos Solares

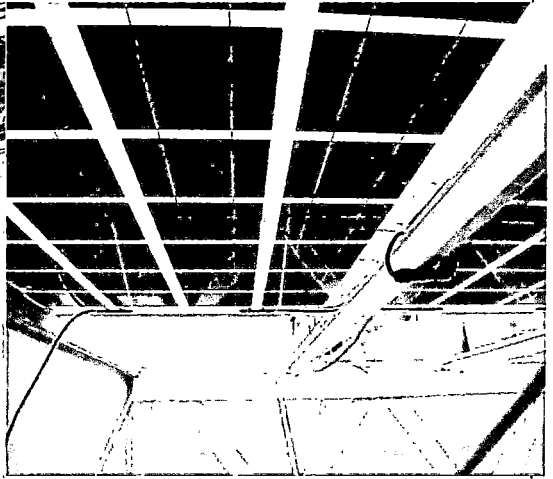


Foto N°17 Vista del Conexionado

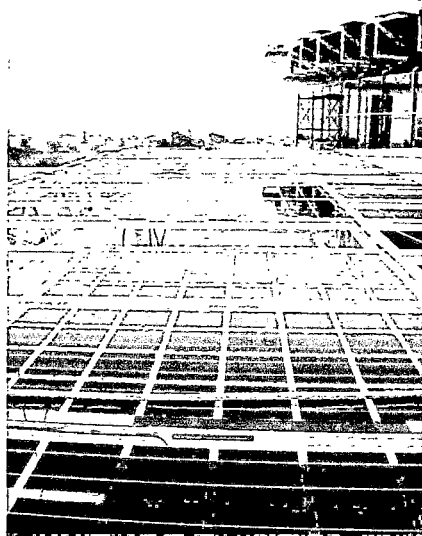


Foto N°18 Vista del acabado



Foto N°19 Vista de los Módulos Solares

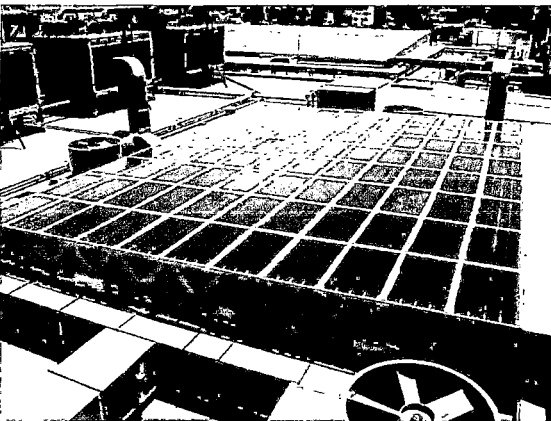


Foto N°20 Vista final de los Módulos Solares

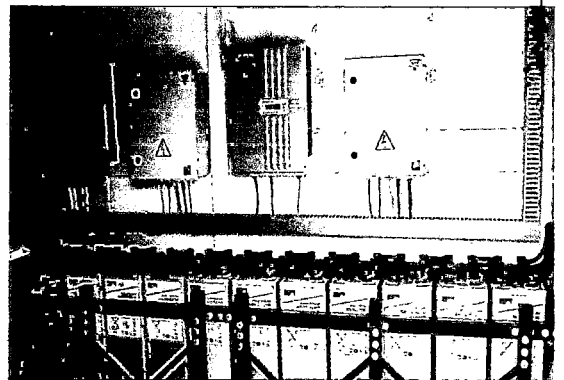


Foto N°17 Vista final de los inversores y Baterías

## **2.3 Glosario de Términos y Abreviaturas**

Este Glosario ha sido elaborado con el fin de facilitar la consulta al lector de términos o conceptos y abreviaturas que aparecen a lo largo del texto en diversas ocasiones.

### **El inversor**

El Xtender tiene un inversor de altas prestaciones que entrega una onda perfectamente sinusoidal y de gran precisión. Cada aparato concebido para la red eléctrica pública 220V/60Hz puede conectarse al Xtender sin ningún problema si su potencia es menor o igual a la del Xtender. El inversor está protegido contra sobrecargas y corto-circuitos.

### **Detección automática de la carga (Load search)**

Con el fin de ahorrar energía de la batería, el inversor del Xtender se para y se pone automáticamente en modo detección de carga

### **El relé de transferencia**

El Xtender puede conectarse a una fuente de tensión alternativa como un generador o la red pública.

La tensión presente a la entrada del Xtender estará entonces disponible sobre la salida para los consumidores conectados. Al mismo tiempo, el cargador de batería se activa.

### **El modo de detección rápida (transferencia rápida)**

El modo de detección inmediata, cuya tolerancia puede ajustarse con el parámetro, puede activarse al conectar el Xtender a la red pública o sobre generadores que entreguen una tensión estable y poco perturbada. Este modo de funcionamiento garantiza una interrupción de tensión nula o inferior a 15 milisegundos.

### **El cargador de batería**

El cargador de batería del Xtender es automático y fue concebido de manera a garantizar una carga óptima de la mayoría de las baterías al plomo / ácido o plomo / gel. El cargador de batería se concibió para garantizar una carga de las baterías al máximo posible.

## VI. METODOLOGIA

Para el diseño se ha utilizado un programa para calcular el proyecto de un sistema generador solar, a partir de los requisitos de potencia especificados y de los datos de insolación archivados en las memorias del computador. El programa utiliza estos datos para calcular la potencia del panel solar y el ángulo de inclinación, así como el almacenamiento en baterías, optimizando los cálculos para aportar la solución más económica. Este programa ha sido más que probado en 17 años de instalaciones exitosas alrededor de todo el mundo.

Utilizando información básica sobre la ubicación del sistema (latitud & longitud) el programa busca en su base de datos, para identificar el punto de referencia más cercano y acorde con las condiciones climáticas de instalación.

Los datos de radiación están referidos a la radiación que incide sobre una superficie horizontal, por lo que se le aplicará un coeficiente de corrección para obtener la radiación correspondiente a la inclinación óptima de los paneles.

El programa tiene dos etapas. La primera etapa de cálculos comienza con la conversión de los datos de insolación desde la horizontal (a la que corresponden los datos del banco de datos) a otros ángulos de inclinación, según el caso, debido a que normalmente el panel no será instalado en posición horizontal.

En función del período de utilización de los sistemas y de la latitud geográfica, el programa calcula la inclinación óptima de los paneles para recibir la mayor radiación posible en los meses más desfavorables, aquellos en los que la relación consumo/radiación solar sea mayor. Esto se consigue, generalmente, aumentando el ángulo de inclinación de la estructura del panel entre  $5^{\circ}$  y  $15^{\circ}$  más que la latitud. Al emplear la inclinación óptima se puede determinar el

campo solar mínimo que puede suministrar el consumo requerido y de esta forma se aprovecha al máximo la energía solar, la potencia útil mensual se mantiene más uniforme y las necesidades de almacenamiento se reducen.

Posteriormente se realiza una simulación del comportamiento diario del sistema teniendo en cuenta la temperatura y el voltaje de trabajo del módulo solar, la eficiencia de carga de las baterías y las pérdidas del sistema junto con otras condiciones definidas por el cliente como autonomía de la batería, factor de corrección por polvo o suciedad en el módulo y tipo de carga (resistiva / corriente constante o potencia constante), para determinar un conjunto posible de soluciones.

#### **6.1. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

Se describe un modelo de estudio que nos permite identificar las variables dependientes e independientes las cuales se utilizarán para el estudio de esta problemática a investigar.

#### **6.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

De acuerdo al desarrollo del presente trabajo se identificó las variables que se emplean en el desarrollo de la implementación de un sistema electrónico de energía solar para saga Falabella open plaza, son:

##### **Variable dependiente**

- ✓ Energía Solar
- ✓ Funcionamiento de Saga Falabella.

##### **Variable Independiente**

- ✓ Sistema Electrónico
- ✓ Implementación del sistema electrónico.

### **6.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

- ✓ El presente trabajo es una investigación del tipo descriptiva y experimental en el ámbito de la generación electrónica con sistemas fotovoltaicos.
- ✓ La investigación es hipotética pues parte de una hipótesis para demostrar la solución del problema de investigación planteado.
- ✓ La investigación es deductiva pues parte de algo particular y poco a poco mediante el análisis se van integrando más recursos para de esta manera obtener una idea general.
- ✓ La investigación realizada es del tipo transversal y que se realiza en un solo momento temporal y no hay continuidad en el tiempo tiene un inicio y un final.

### **6.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo del presente trabajo se cuenta con todos los implementos necesarios tanto en información bibliográfica como en datos estadísticos según el nivel de necesidad que se tenga, tanto es así, que la estructura que planteamos esta resumida en tres procesos, Análisis de la información, proceso de la información y presentación de resultados.

Cada uno de estos procesos involucra los niveles de sobre tensión y su influencia en la calidad de suministro eléctrico.

### **6.5. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN**

En función a la problemática planteada en el presente trabajo de investigación se plantea:

- ✓ Definir problema
- ✓ Seleccionar o establecer diseño
- ✓ Recolección de datos
- ✓ Análisis e interpretación de resultados.

### **6.6. POBLACIÓN Y MUESTRA**



La población está constituida por el OPEN PLAZA, en la que será Instalado este sistema para SAGA FALABELLA, estratificado y la muestra se determinara y tendrá la misma concepción que la población en cuanto a los porcentajes correspondientes.

#### **6.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los datos se captaran mediante la información que se tiene del proyecto saga Falabella, en el open plaza, esto permitirá tener datos técnicos de los componentes electrónicos, así como el de las celdas fotovoltaicas.

Se tomaran en cuenta los informes técnicos del fabricante así como los planos de la instalación de los componentes electrónicos de energía renovables, en este caso la solar.

Todo ello podrá servir para implementar nuestro modelo.

#### **6.8. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Se utilizara la estadística descriptiva y la inferencial por medio de sus indicadores tales como:

- ✓ Modelo a utilizar
- ✓ Tipo de componentes Electrónicos.
- ✓ Tipos de panel fotovoltaicos.
- ✓ Diseño del sistema eléctrico.
- ✓ Otros.

### **VII. RESULTADOS**

#### **7.1. RESULTADOS PARCIALES**

Para la solución de la problemática planteada hemos conseguido demostrar mediante comparaciones técnicas y de análisis de la muestra (datos tomados de la red), que la tecnología empleada para este propósito es factible en términos técnicos y económicos.

#### **7.2. RESULTADOS FINALES**

Como resultado final hemos conseguido concluir que existe una implicancia directa entre la implementación del sistema de energía solar y la optimización del recurso iluminación (eficiencia) en horas punta.

## **VIII. DISCUSION DE RESULTADOS**

### **8.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS**

Según la hipótesis planteada como: El funcionamiento de saga Falabella por las noches, así como el uso eficiente de sus recursos, será posible con la implementación del sistema electrónico de energía solar, en open plaza, se tiene que este estudio realizados nos lleva a comprobar que esto es posible si se implementa el modelo planteado de sistema electrónico de energía solar.

### **8.2. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES**

El sistema electrónico de energía solar planteado en el presente estudio, tiene como resultados con otros estudios realizados anteriormente como por ejemplo:

- ✓ Implementación de un sistema electrónico fotovoltaico de 18 kwp, Conectado a Red y un sistema de Backup en el nuevo centro de distribución de Backus en Cafete a diferencias que el sistema mencionado fue un sistema eléctrico en Trifásico.
- ✓ sistema de energía solar ON GRID para generar 2.97 KWp/día instalado en el distrito de Miraflores, específicamente en la casa de un congresista.
- ✓ En el sistema electrónico de Backup (Sistema de Reserva), también hemos realizados otros estudios como:

Sistema electrónico no interconectado para el suministro eléctrico de una repetidora para la compañía Pluspetrol, esto en cerro peladilla Cusco consumo requerido 3000Wh/día.

Además de una serie soluciones electrónicas con sistemas de energía solar fotovoltaica para empresas privadas y del estado, así como en el desarrollos de sistemas de energía solar domiciliario que viene electrificando a miles de familias rurales en todo el país.

## **IX. CONCLUSIONES**

Se concluye que:

- ✓ En particular el sistema de energía solar constituye una importante fuente de información útil para analizar este tipo de sistemas electrónicos conectados a la red eléctrica en lo que respecta a: recursos solares disponibles, Comportamiento de los principales elementos (generador e inversor) y evaluación de los procesos energéticos característicos, permitiendo deducir el flujo energético anual, según se ha demostrado con el caso de estudio presentado.
- ✓ Para esta solución energética se utilizaron módulos solares traslucidos, por la cual pudimos resolver el problema del aislamiento (Voltaje en corto circuito  $V_{co} = 0$ ) en épocas de lluvia, lo cual lo pudimos resolver utilizando tedlar que es un aislante eléctrico que sirve para proteger a los paneles solares de la humedad.
- ✓ Reducción en la facturación mensual del consumo eléctrico en 50%.
- ✓ Con el presente estudio, implementación, ejecución de este proyecto, inclusión de lámpara tipo Led, y optimización del uso del agua la tienda Saga Falabella Angamos, obtuvo el reconocimiento de Tienda Ecológica y la certificación SILVER, por contribuir a reducir la contaminación al medio ambiente y explotación de recursos naturales no renovables.
- ✓ puede afirmarse que la metodología propuesta puede resultar de utilidad, no sólo en la fase de diseño, sino también en las de seguimiento y evaluación de esta aplicación.

## **X. RECOMENDACIONES**

Para investigaciones futuras se recomienda lo siguiente:

- ✓ Se recomienda incluir al sistema de energía solar electrónico, el monitoreo a distancia con sistema GSM la cual mediante mensajes de texto nos dé un reporte del estado de funcionamiento, falla o avería del sistema.

- ✓ Se recomienda incluir 02 sistemas de protección de puesta a tierra unos para el generador solar y otro para los equipos de electrónica y potencia protegiendo así la integridad de los equipos y nuestra integridad física, el diseño debe estar orientado a conseguir 5 ohmios como máximo, según norma técnica peruana.
- ✓ Se recomienda a las personas interesadas en los sistemas electrónicos fotovoltaicos conectados a la red eléctrica seguir investigando y adquiriendo conocimientos acerca de las nuevas tecnologías existentes (Paneles solares, inversores de potencia, y acumuladores de energía).

## **XI. BIBLIOGRAFIA**

1. Control de Procesos Industriales – Criterios de Implantación, Antonio Creus, colección productiva, Marcombo, S.A., 1988
2. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Dpto. Ing. Electrónica, Tito González, 23 Jun 2011, Control de dos posiciones, Control P. 1 / 26
3. Ramón Piedrafita Moreno "Ingeniería de la Automatización Industrial". Edición alfaomega 2001
4. Bradley allen, sistemas de cable DEVICE NET, [www.rockwell.com](http://www.rockwell.com)
5. <http://www.nuevasenergias.eu/energiasolarfotovoltaica.php>

## **ANEXOS**

- Cronograma de Actividades.
- Presupuesto del trabajo de Investigación.
- Inversor Solar.
- Convertidor Fotovoltaico conectado a la red.
- Matriz de consistencia.

# ANEXO 01

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de Actividades está relacionado con las etapas de la investigación.

PROYECTO DE TESIS												
Título: DISEÑO E INSTALACION DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR PARA SAGA FALABELLA, OPEN PLAZA												
Actividades	Año	Meses										
		N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
1. Planteamiento del Problema	2012	X										
2. Elaboración del Marco Teórico	2012		X									
3. Calidad de Suministro	2012			X	X							
4. Influencia y Análisis de la sobre tensión eléctrica.	2013					X	X					
5. Metodología de Diseño	2013							X				
6. Resultados	2013								X			
7. Discusión de Resultados	2013								X			
8. Edición del Trabajo	2013									X		
9. Presentación de los Resultados Sustentación	2013									X	X	X

# ANEXO 02

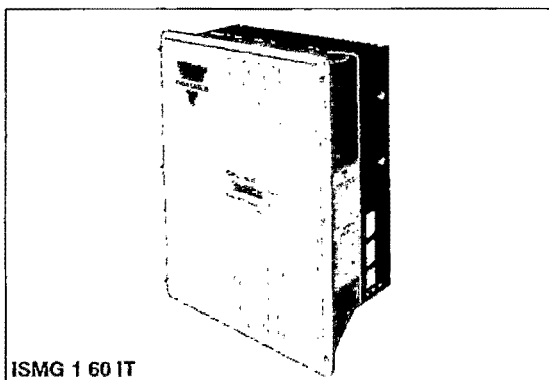
## PRESUPUESTO

1. Asesoría.....	S/. 1500.00
2. Materiales.....	S/. 500.00
3. Útiles de Escritorio.....	S/. 500.00
4. Impresión.....	S/. 800.00
5. Asesoría.....	S/. 2000.00
6. Otros.....	S/. 2000.00
<b>TOTAL.....</b>	<b>S/. 6800.00</b>

# ANEXO 03

## ISMG Inversor solar

CARLO GAVAZZI



ISMG 1 60 IT

- Amplio intervalo de tensión de entrada de los paneles fotovoltaicos (PV) (apropiado para tensiones entre 100 VCC y 450 VCC) y eficiente seguimiento MPP (punto de máxima potencia)
- Hasta 2/3 MPPs independientes. Seguimiento controlado por una Tecnología MPPT Inteligente exclusiva
- Sin transformador, con aislamiento galvánico electrónico RCMU
- Sistema integrado de seguridad y filtrado según normas EMC
- Comunicación serie RS232/RS485 para control local/remoto
- Display de datos integrado (LCD de 2 x 16) y LEDs para supervisión del estado de funcionamiento e indicación de fallos
- Protección para evitar el funcionamiento en isla y para supervisión de la red asegurando altos niveles de seguridad de instaladores cualificados y usuarios finales.
- Dispositivo de protección integrada para supervisión de la red según normas nacionales.
- Gran fiabilidad, poco peso, fácil de instalar y de poner en marcha, gran ahorro
- Grado de protección IP 65 (puede instalarse en exteriores)

### Descripción general

La serie de inversores solares ISMG PV de Carlo Gavazzi convierte la corriente continua procedente de células solares en corriente alterna. Esto permite inyectar la energía solar producida en la red eléctrica pública. Un sistema integrado de seguridad garantiza una gran inmunidad a las perturbaciones de acuerdo con las normas de compatibilidad electromagnética y permite alcanzar los más altos niveles de eficiencia. La tecnología

MPPT Inteligente exclusiva permite controlar hasta un máximo de 2/3 strings independientes de paneles fotovoltaicos y asegura un aumento de energía de hasta 20%, gracias al control de strings de paneles fotovoltaicos totalmente independiente. Se garantiza la máxima utilización de capacidad de la planta de energía solar incluso en el caso de cielos nublados y cubiertos. El amplio rango de

tensión de entrada del inversor solar permite la utilización de módulos de diferentes fabricantes.

Un display de datos integrado asegura una supervisión inmediata del estado de funcionamiento del inversor y mensajes de fallos.

El control de temperatura interna del equipo protege al dispositivo contra posibles altas temperaturas de funcionamiento del inversor solar. En este caso se activan

los ventiladores externos de refrigeración. El inversor solar se aplica en redes que funcionan en paralelo. El equipo garantiza una desconexión segura en el caso de fallo de aislamiento del circuito o interrupción de la alimentación eléctrica, impidiendo el funcionamiento en condiciones anómalas.

### Código de pedido ISMG 1 45 EN PL3

Modelo \_\_\_\_\_  
 Conexión a la red \_\_\_\_\_  
 Potencia máx. de salida CA \_\_\_\_\_  
 País \_\_\_\_\_  
 Nada = Estándar \_\_\_\_\_

### Selección del tipo

Conexión a la red	
Monofásica	1
Potencia máx. de salida CA	
2.99kW	45 PL3
3.8kW	45
4.4kW	50
5.1kW	60
País	
EN	Europe
ES	España
IT	Italia
DE	Alemania
FR	Francia
UK	Gran Bretaña
GR	Grecia

### Homologaciones



RD 1663/2000 <sup>1</sup>
RD 661/2007 <sup>1</sup>
DK5940 <sup>2</sup>
Ed. 2.2 Aprile 2007
VDE0126-1-1 <sup>3</sup>

Notas: <sup>1</sup> Normativa española  
<sup>2</sup> Normativa italiana  
<sup>3</sup> Normativa aprobada en: Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Grecia, Holanda, Reino Unido (además con G83), República Checa, Polonia, Portugal

<sup>1</sup> Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las figuras se incluyen solo a título de ejemplo. Para características especiales o adaptación a las necesidades del cliente, consultar a nuestra red de ventas. REV1 250311

## Datos de entrada CC de los paneles fotovoltaicos

Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
Potencia nominal CC	3.15kW	3.48kW	4.0kW	4.85kW
Potencia CC máx.	3.6kW	4.0kW	4.64kW	5.38kW
Tensión nominal	450V			
Tensión CC máx.	500V			
Tensión CC mín. (P <sub>nom</sub> )	150V			
Intervalo tensión MPP	100...450V			
Intervalo completo MPP	300...400V			
Intensidad CC máx. por string	10A			
Intervalo intensidad CC por string	0...10A			
Número de MPP independientes	1-2		1-3	
Nº máx. de strings paralelos para MPP	2		3	
Protección contra sobretensiones	Si			
Supervisión de fallos a tierra	Si			
Protección de la polaridad	Diodo de cortocircuito			
Protección contra sobretensiones	Varistor MOV			

## Datos de salida CA

Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
Potencia CA nominal	2.99kW	3.8kW	4.4kW	5.1kW (4.6kW)*
Potencia CA máx.	2.99kW	3.8kW	4.4kW	5.1kW (5.0kW)*
Factor de potencia	> 0.99%			
Coefficiente de distorsión (THD)	< 3%			
Conexión a la red	Monofásica, onda senoidal verdadera			
Intervalo de tensión CA	España: 196 a 253V (VCA <sub>nom</sub> : 230V) - Italia: 184 a 265V (VCA <sub>nom</sub> : 230V) Alemania: 184...264V (VCA <sub>nom</sub> : 230V)			
Intensidad nominal CA	13A	14.34A	16.52A	20A
Max. Corriente CA	13A	16.52A	19.13A	22A
Intervalo de frecuencia	España: 48 a 51 Hz (f <sub>nom</sub> : 50Hz) - Italia: 49.7 a 50.3Hz (f <sub>nom</sub> : 50Hz) - Alemania: 47.5...50.2Hz (f <sub>nom</sub> : 50Hz)			
Clase de seguridad	I			
RCMU sensible a todos los polos	si			

\* Sólo para la versión alemana de acuerdo con VDEW

## Características generales

Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
Eficiencia máxima	96.2% @ 350VCC		96.3% @ 350VCC	
Eficiencia EU	95.4% @ 350VCC		95.1% @ 350VCC	95.4% @ 350VCC
Consumo en stand-by	< 10W			
Consumo nocturno	0W			
Dispositivo de protección	Sistema de supervisión de la red			
Supervisión anti-isla	Si			
Supervisión de la red	Protección integrada por interfaz (España: según RD 1663/2000; RD 661/2007) (Italia: según DK5940 Ed. 2.2 Aprile 2007) (Alemania: según VDE0126-1-1)			

## Datos ambientales

Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
Temperatura de funcionamiento a 350 VCC	-10°C...+60°C / 14°F...140°F sin reducción de potencia; desconexión a 75°C/167°F		-10°C...+55°C / 14°F...131°F sin reducción de potencia; desconexión a 75°C/167°F	
Temperatura máx. aceptable @ P <sub>nom</sub>	+55°C / 131°F			
Temperatura de almacenamiento	-25°C...+80°C / -13°F...176°F			
Humedad	0...98% (sin condensación)			
Control de temperatura	Control automático de temperatura por software			
Refrigeración	Ventilación forzada (2 ventiladores externos IP54)			
Grado de protección	IP 65 (según DIN EN60529)			
Lugar de instalación	Exteriores / Interiores			
Nivel de ruido	< 40dB			

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las figuras se incluyen sólo a título de ejemplo. Para características especiales o adaptación a las necesidades del cliente, consultar a nuestra red de ventas. REV1 250311 2



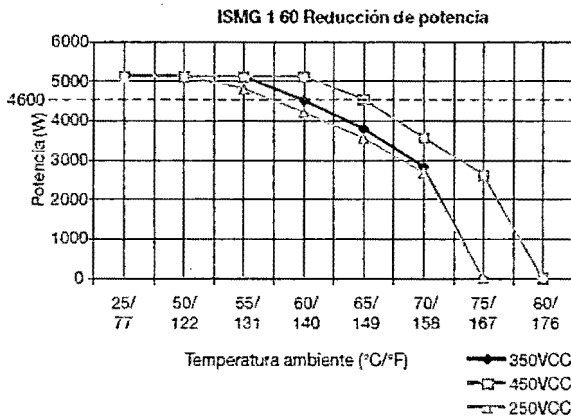
## Datos mecánicos

Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
Interfaz de usuario	(2 x 16) Display LCD y 3 LEDs indicadores			
Conectores CA	1 x Wieland			
Conectores CC	2 x 2 Multicontact (serie MC4)			3 x 2 Multicontact (serie MC4)
Conectores interfaz en serie	2 x RJ45			
Material de la caja	Aluminio con pintura metalizada			
Peso	22.5kg/49.60lb			23.0kg/50.70lb

## Normas y Homologaciones

Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
Norma de seguridad	EN50178			
Compatibilidad electromagnética	EN61000-3-2, EN61000-3-3 EN61000-3-11, EN61000-3-12 EN61000-6-2, EN61000-6-3			
Supervisión de la red	España: según RD 1663/2000; RD 661/2007 Italia: según DK5940 Ed. 2.2 Aprile 2007 Alemania: según VDE0126-1-1			

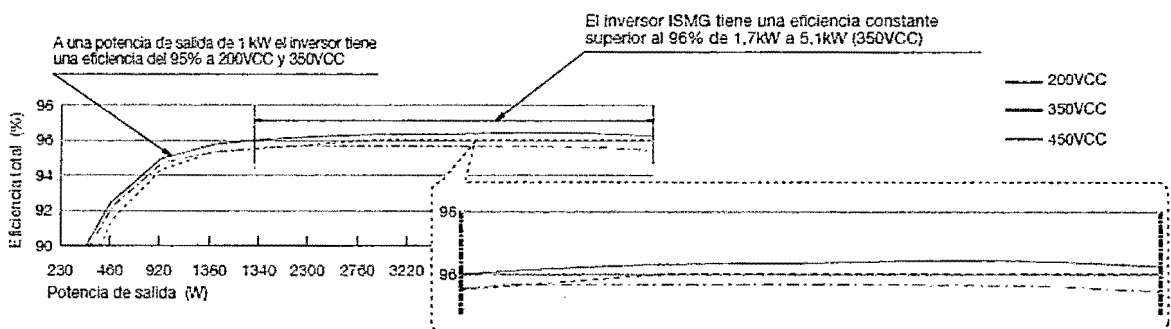
## Intervalo de temperatura



Control de la refrigeración del ventilador

Comando	Temperatura ventilador (°C/°F)
Arranque ventilador	50/122
Paro ventilador	45/113
Tra. reducción potencia	72/161.6
Tra. desconex. inversor	80/176

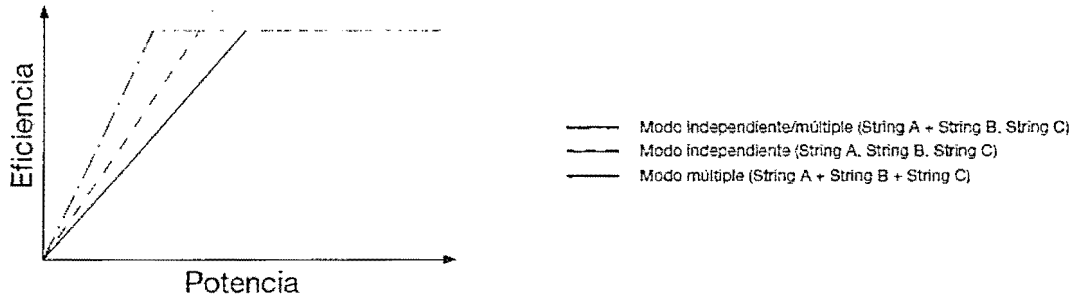
## Eficiencia



Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
Eficiencia 5% $P_{nom}$	84.42%	84.42%	85.70%	87.65%
Eficiencia 10% $P_{nom}$	91.19%	91.19%	90.94%	92.04%
Eficiencia 20% $P_{nom}$	94.27%	94.27%	94.43%	94.86%
Eficiencia 30% $P_{nom}$	95.37%	95.37%	95.36%	95.62%
Eficiencia 50% $P_{nom}$	96.04%	96.04%	95.58%	96.11%
Eficiencia 100% $P_{nom}$	96.28%	96.28%	96.07%	96.10%

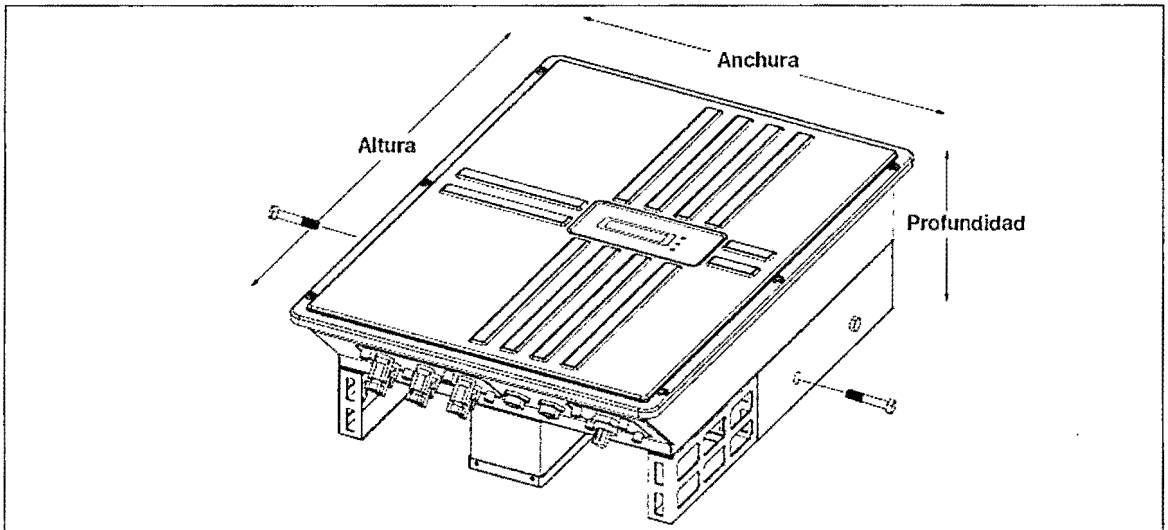
3 Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las figuras se incluyen sólo a título de ejemplo. Para características especiales o adaptación a las necesidades del cliente, consultar a nuestra red de ventas. RBV1 250311

## Modo múltiple/simple de string de paneles

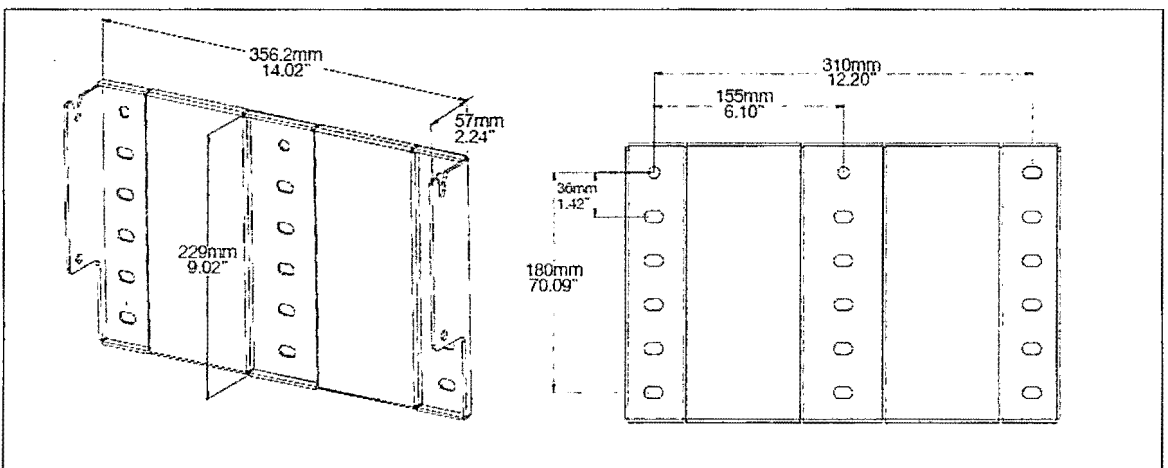


## Dimensiones

Modelo	ISMG 1 45 PL3	ISMG 1 45	ISMG 1 50	ISMG 1 60
AlxAnxP		580 x 422 x 182 (+6,5 soporte de montaje)		
mm		22,83" x 16,61" x 7,17" (+0,26" soporte de montaje)		
pulgadas				

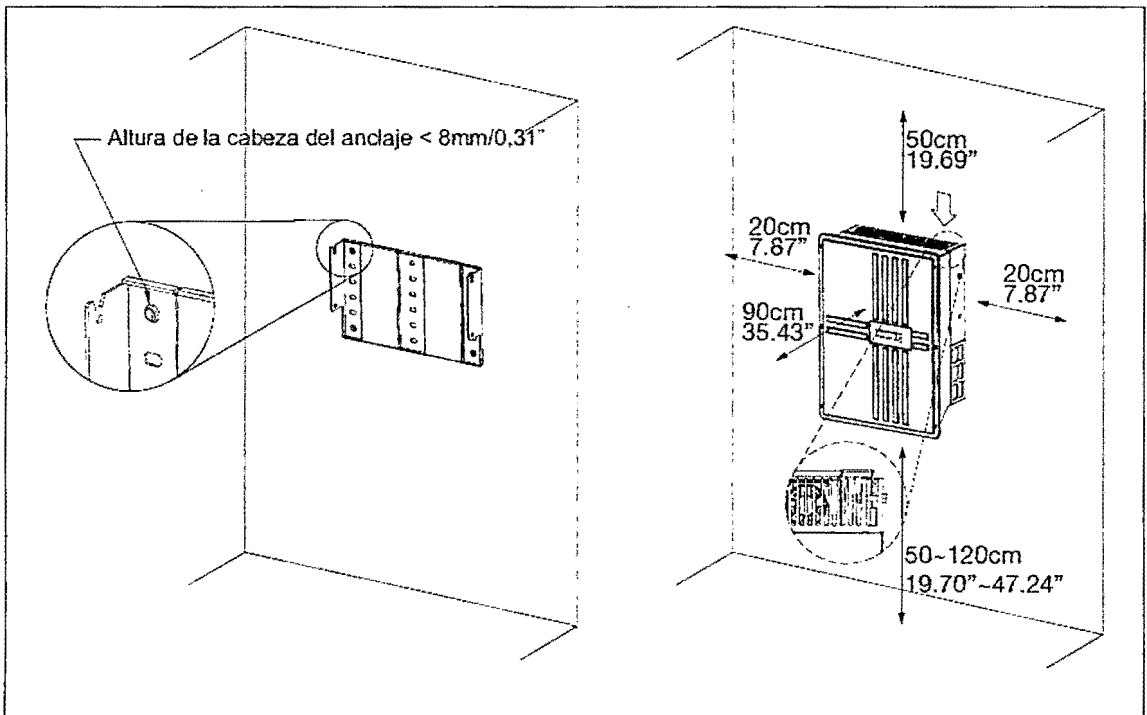
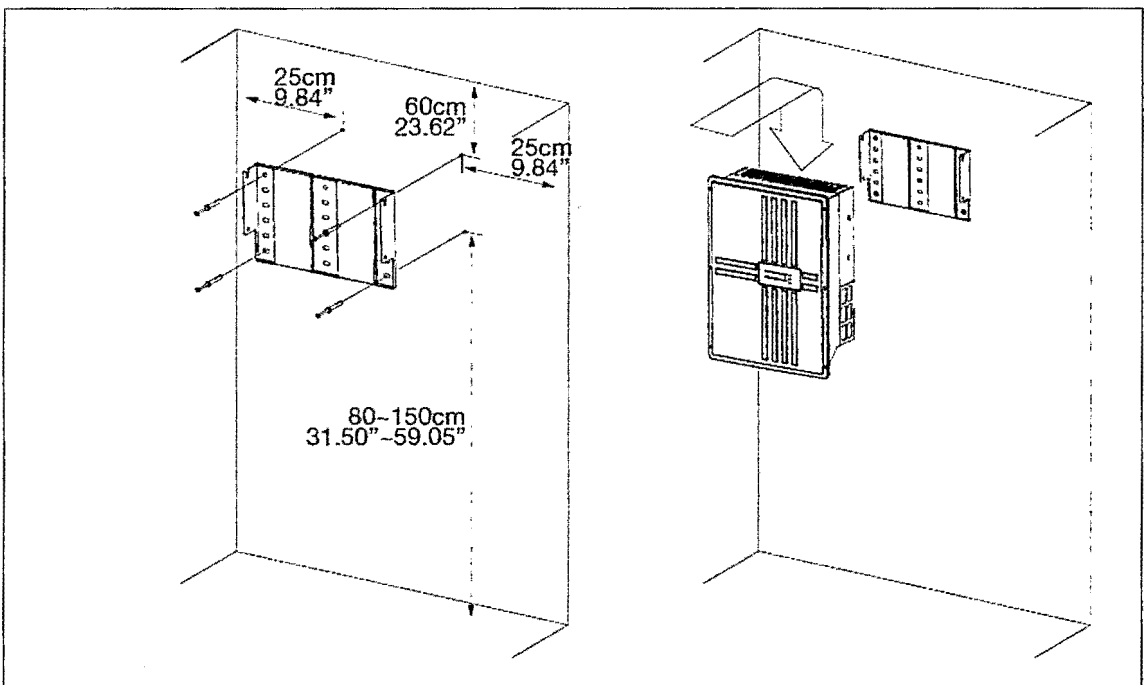


## Placa de montaje



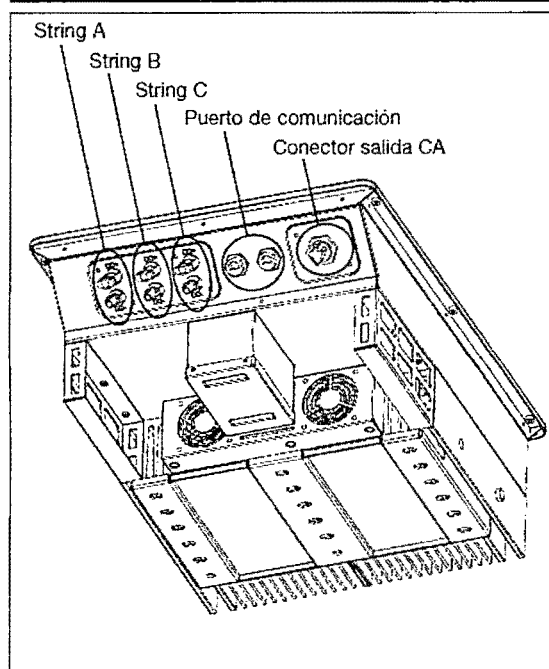
Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las figuras se incluyen sólo a título de ejemplo. Para características especiales o adaptación a las necesidades del cliente, consultar a nuestra red de ventas. REV1 250311 4

### Plantilla de Taladrado (mm/pulgadas)

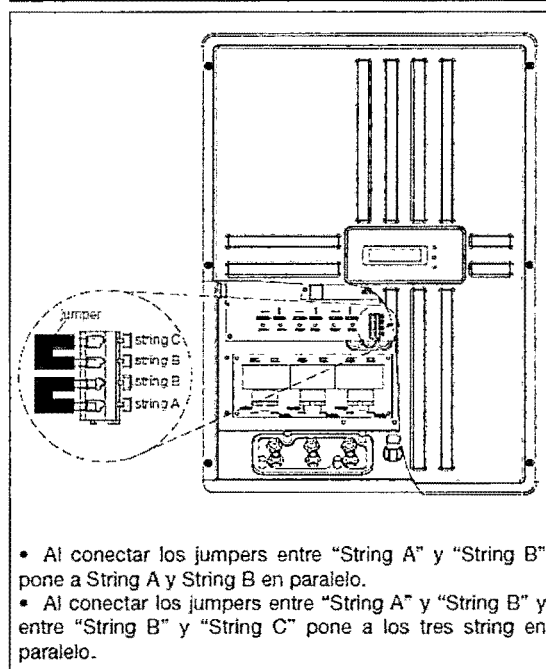


5 Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las figuras se incluyen solo a título de ejemplo. Para características especiales o adaptación a las necesidades del cliente, consultar a nuestra red de ventas. REV1 250311

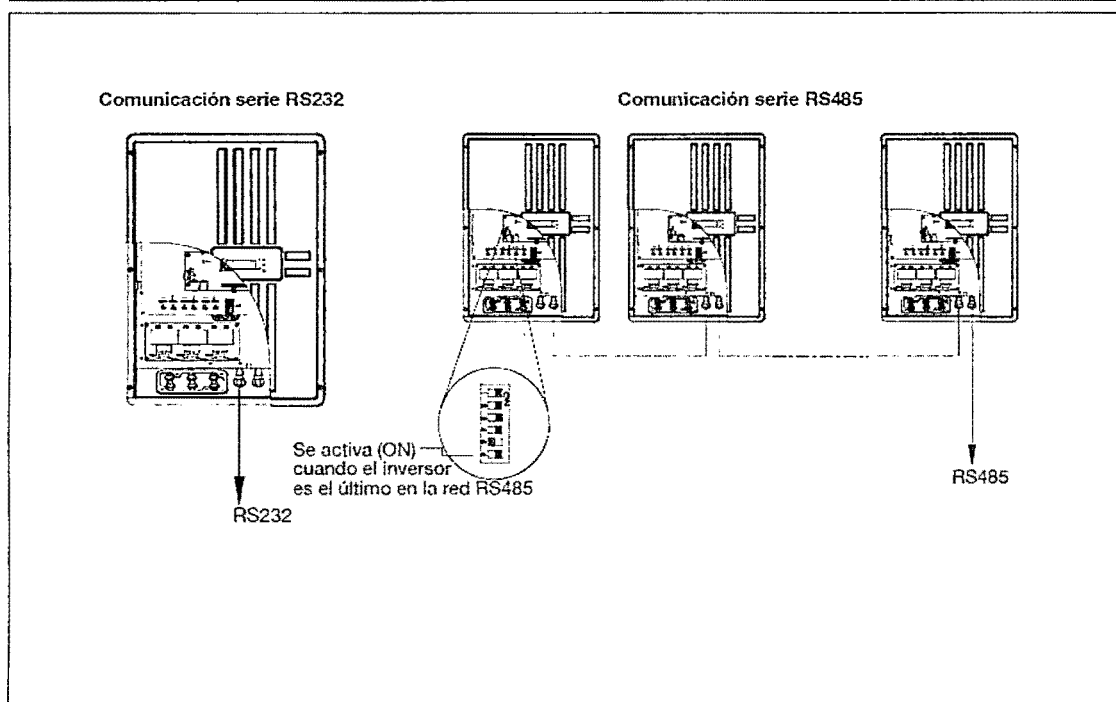
## Conectores



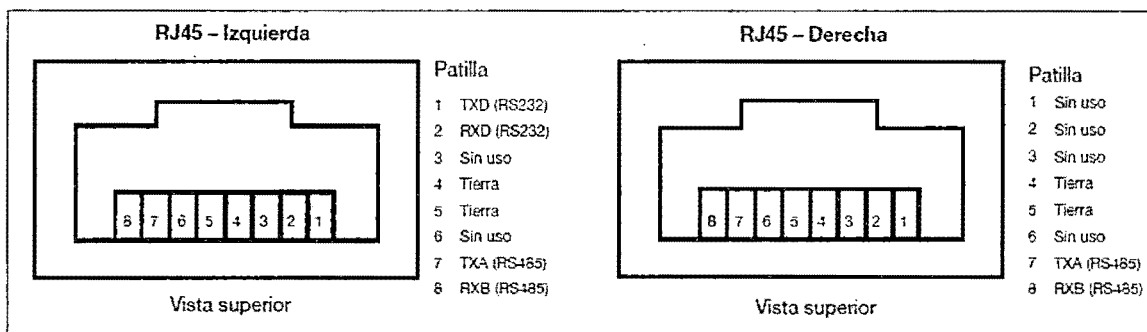
## Configuración de MPPTs Inteligentes



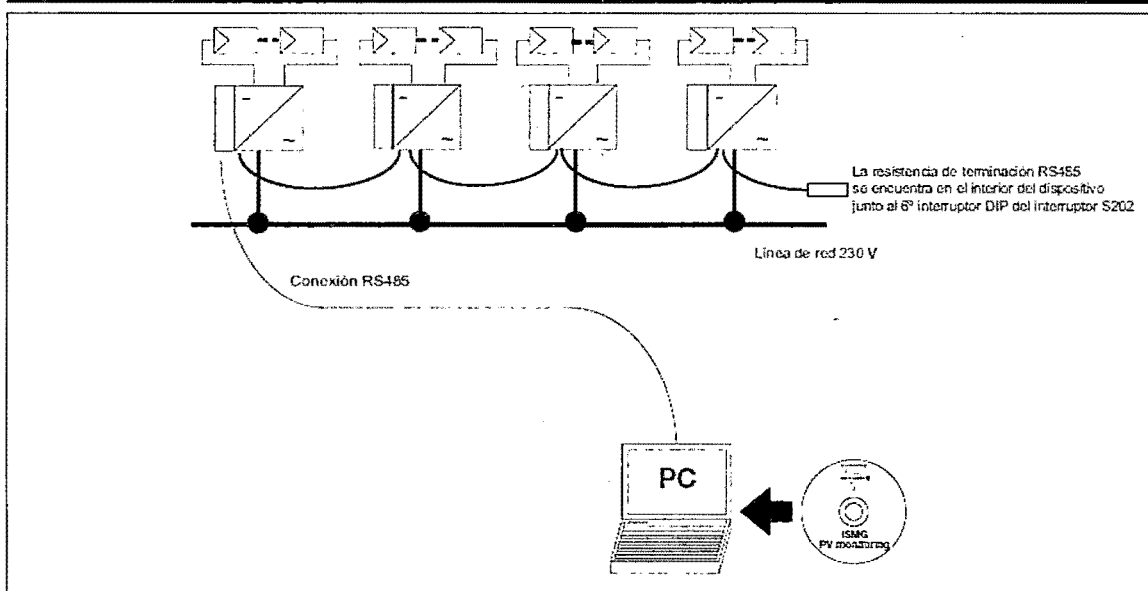
## Comunicación serie RS232 / RS485



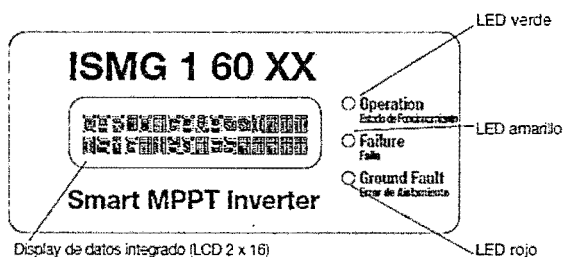
## Vista de las patillas del puerto serie



## Diagrama de comunicación en serie



## Display y LEDs



## Herramientas de software del inversor

Software del sistema de supervisión	ISMG PV monitoring
Configurador del panel PV	Carlo Gavazzi PV Generator Design
Software de autocomprobación	ISMG Smart MPPT Inverter Auto Test (disponible sólo para el mercado italiano, según DK5940 Ed. 2.2 Aprile 2007)

7 Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Las figuras se incluyen solo a título de ejemplo. Para características especiales o adaptación a las necesidades del cliente, consultar a nuestra red de ventas. REV1 250311

# ANEXO 04

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ENERGÍA SOLAR PARA SAGA FALABELLA, OPEN PLAZA	<p>¿Cómo beneficia saga Falabella, la implementación de un sistema de energía solar, usando la tecnología electrónica?</p> <p>¿es eficiente el sistema de iluminación solo con la red de energía eléctrica?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Implementar un sistema electrónico de energía solar.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Desarrollar una propuesta técnica para implementar nuestro sistema.</p>	<p><b>HIPOTESIS PRINCIPAL</b></p> <p>El funcionamiento de saga Falabella por las noches, así como el uso eficiente de sus recursos, será posible con la implementación del sistema electrónico de energía solar, en open plaza.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Energía Solar</li> <li>✓ Funcionamiento de Saga Falabella.</li> </ul> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sistema Electrónico</li> <li>✓ Implementación del sistema electrónico.</li> </ul>	<p>Cantidad de calor. Instalaciones, planos, diagramas.</p> <p>Tipo de conversores, almacenadores de carga.</p> <p>Tipo de conexiones.</p>