

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS SOLARES  
FOTOVOLTAICOS Y SELECCIÓN DE COMPONENTES  
PRINCIPALES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JAFETT ROLANDO VERGARA PRADO**

**PROMOCIÓN  
1978-II**

**LIMA-PERÚ  
2009**

**DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS Y  
SELECCIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES**

Dedicado a mi esposa, mis hijas,  
mis nietos y mi madre que son  
las razones de mi existir.

## SUMARIO

Con la finalidad de aportar mi experiencia acumulada en muchos años de trabajo con los sistemas solares fotovoltaicos (FV) y haber observado que en el Perú no existe un criterio adecuado para realizar los dimensionamientos de estos sistemas es que he preparado el presente trabajo de Informe de Suficiencia Profesional, para revisar y explicar un método sencillo, práctico y eficaz de dimensionamiento para pequeños y medianos sistemas, basado en el balance energético de la cantidad de electricidad AH, asimismo señalar los lineamientos principales basados en las características técnicas de calidades y capacidades que se debe tener en cuenta para seleccionar adecuadamente los componentes principales de un sistema FV, componentes como son los paneles solares, baterías, controladores e inversores, y finalmente presentar sistemas aplicados que vienen funcionando satisfactoriamente desde hace más de 6 años, lo que garantiza la validez del método señalado que lo venimos aplicando en miles de instalaciones desde hace más de 14 años y que vienen operando satisfactoriamente en las áreas de telecomunicaciones, control y accionamientos en DC de hidroeléctricas, en bombeo de agua, electrificación rural y otros. Dicha falencia determina que muchos sistemas diseñados e instalados por terceros a nivel nacional, fallen fundamentalmente por estar sub dimensionados y/o por usar componentes inadecuados, fallas que hacen que los sistemas no trabajen o trabajen inadecuadamente y lo que es más grave, queda una reputación y que se va acumulando en contra de este tipo de soluciones.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>CAPÍTULO I</b>	02
<b>ANTECEDENTES, DEFINICIONES DE TÉRMINOS Y BASES TEÓRICAS</b>	
1.1 Antecedentes	02
1.2 Definiciones de términos	03
1.2.1 Generales	02
1.2.2 Paneles solares fotovoltaicos	06
1.2.3 Controladores Fotovoltaicos	08
1.2.4 Baterías	08
1.2.1 Inversores	12
1.3 Bases teóricas y principios de funcionamientos	12
1.3.1 Sistema fotovoltaico	12
1.3.2 Células y paneles solares FV	13
1.3.3 Baterías	19
1.3.4 Controladores FV	24
1.3.5 Inversores	30
<b>CAPÍTULO II</b>	33
<b>DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL BALANCE ENERGÉTICO POR EL MÉTODO DE CANTIDAD DE ELECTRICIDAD “AH”</b>	
2.1 Hojas de Cálculo HC	34
2.2 Datos generales del sistema	34
2.3 Determinación de la demanda	35
2.4 Determinación de los paneles	35
2.5 Determinación de las baterías	36
2.6 Performance del sistema dimensionado	37
2.7 Equipamiento básico resultante	39

2.8 Inversor	39
<b>CAPÍTULO III</b>	40
<b>SELECCIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA “FV”</b>	
3.1 Paneles solares FV	40
3.2 Baterías para uso solar FV	42
3.3 Controladores solares FV	43
3.4 Inversores	45
<b>CAPÍTULO IV</b>	47
<b>CASOS APLICATIVOS DE SISTEMAS “FV”</b>	
4.1 Tres Sistemas Solares Híbridos FV para Estaciones Repetidoras de Comunicaciones	47
4.2 Cuatro Sistemas Solares FV para estaciones de re-bombeo de Oleoducto de Crudos Pesados (OCP)	49
4.3 Siete Sistemas Solares para TELECENTROS en la Región Loreto	52
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	54
<b>ANEXOS</b>	55
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	124

## **INTRODUCCION**

La energía solar fotovoltaica (FV) es una nueva fuente de energía del tipo renovable, de instalación y operación sencilla, con costos operativos casi nulos pero con costos iniciales relativamente altos lo que desalientan las inversiones en éstos, a lo que suma en muchos casos sistemas sub dimensionados que no funcionan y ello determina además una mala fama que no les corresponde, el mal dimensionamiento es debido a la falta de un conocimiento y entendimiento adecuado de los principios de funcionamiento de los componentes principales y la falta de un método claro y fácil de hacerlo.

Para superar lo indicado, este trabajo tiene dos finalidades principales:

En primer lugar proponemos un método de dimensionamiento (determinación de capacidades) que cumplan dos condiciones fundamentales siguientes:

- a) Que las capacidades definidas de los componentes garanticen la operatividad de las cargas sin que estén sobredimensionados para no ocasionar sobrecostos innecesarios.
- b) Que no estén sub-dimensionados de modo que fallen interrumpiendo así el servicio de las carga según requerimientos pre establecidos.

En segundo lugar establecemos las pautas principales para seleccionar los componentes principales de modo de garantizar la calidad del sistema y así su confiabilidad y sostenibilidad en el tiempo, a fin de justificar una inversión inicial relativamente costosa.

El método de dimensionamiento que propongo revisar, está establecido en la empresa en la que laboro desde hace 14 años y en la que tengo la responsabilidad entre otras, de realizar la ingeniería para los presupuestos sobre estos sistemas FV, esta compañía cuenta con muchos clientes a los que se les ha suministrado y/o instalado estos sistemas FV, otorgándoseles garantías técnicas de buen diseño, funcionamiento e instalaciones. Son miles de sistemas pequeños y medianos que vienen operando satisfactoriamente desde los años 1995/96, clientes que principalmente son de las áreas de telecomunicaciones, salud, energía, minería, entidades gubernamentales nacionales y extranjeras.

# **CAPITULO I**

## **ANTECEDENTES, DEFINICIONES DE TÉRMINOS Y BASES TEÓRICAS**

### **1.1 Antecedentes**

Los sistemas fotovoltaicos (SFV) son nuevos sistemas de energía del tipo renovable e inagotable proveniente del sol, aprovecha el efecto fotovoltaico para generar electricidad y hacer trabajar aparatos especiales o almacenar esta energía en forma electroquímica en baterías, sistemas que en los últimos años han tenido gran avance tecnológico y económico, tecnológico logrando mayores eficiencias y tiempos de vida con fabricaciones de mejores calidades y económico mejorando precios sobre todo en los paneles solares, entre 1995 y 2005 los costos bajaron a la mitad pero aún así siguen siendo bastante caros.

Los sistemas solares FV tienen las siguientes ventajas:

- Son de muy alta confiabilidad cuando están correctamente dimensionados.
- Son muy duraderos en el tiempo, paneles mono o poli-cristalinos a los 25 años aún generan por lo menos el 80% de su capacidad inicial, baterías de calidad ofrecen tiempos de vida entre 10, 12 y hasta 15 años [3], controladores e inversores más de 15 años
- Son autónomos (inatendidos) mediante controladores que pueden poseer supervisión remota.
- Costo operativo casi nulo ya que trabajan aprovechando el sol como fuente primaria de energía [2].

Tienen las siguientes desventajas:

- Muy alto costo relativo de inversión inicial debido a la tecnología de punta que se utiliza en las fabricaciones de sus principales componentes.
- Baja eficiencia de las células FV de Silicio (Si), 15 a 17%, por lo que requieren relativamente de grandes áreas para sus instalaciones [3].

Por lo expuesto, estos sistemas se recomiendan para usos especiales de baja demanda de energía y son ideales para lugares remotos de difícil acceso donde no haya o sea muy cara otro tipo de fuente de energía, por ello una de las aplicaciones principales es en el campo de las telecomunicaciones, para sus estaciones repetidoras de micro ondas, estaciones



satelitales rurales, etc., también se utilizan para electrificación rural con sistemas domiciliarios elementales, donde sería muy costoso llegar con las redes comerciales.

En otros países del primer mundo, por razones técnicas-políticas y con ayudas gubernamentales para alentar la utilización masiva de estos nuevos sistemas FV, se les viene utilizando para interconectarlos a la red a través de inversores de ondas sinusoidales puras cuyos THD (distorsión total de armónicos) no supere el 5%, esta aplicación también deberá preverse para el Perú pero no es tema del presente trabajo

✓ Cuadro comparativo con otros sistemas de energía

	<b>Sistema FV</b>	<b>Red Comercial</b>	<b>G.E.</b>	<b>Híbrido 50/50: GE - FV</b>
<b>Costo de Inversión Inicial</b>	Alto	Medio	Bajo	Medio Alto
<b>Costo Operativo</b>	Casi Nulo	Bajo	Muy Alto	Medio Bajo
<b>Consumo de hidrocarburos</b>	Cero	En el mejor de los casos: Bajo	Muy Alto	Bajo
<b>Daño ambiental</b>	Nulo	Nulo	Muy Alto	Bajo
<b>Confiabilidad</b>	Muy Alta	Alta	Media	Alta
<b>Vida útil</b>	My Larga	Muy Larga	Corta	Larga
<b>Área requerida para el montaje</b>	Grande	Mínima	Pequeña	Mediana
<b>Dependencia del Clima</b>	Muy alta	Cero	Cero	Alta
<b>Capacidad de cargas adicionales</b>	No permite	Permite sin problemas	Permite sin problemas	Permite aumentando el % del aporte del G.E

## 1.2 Definiciones de términos

### 1.2.1 Generales:

a) Sistema Solar Fotovoltaico (SFV): Sistema compuesto por las siguientes partes fundamentales: Paneles o módulos solares FV, Controlador FV, Baterías y Accesorios, como se muestra en la Fig. 1.1.

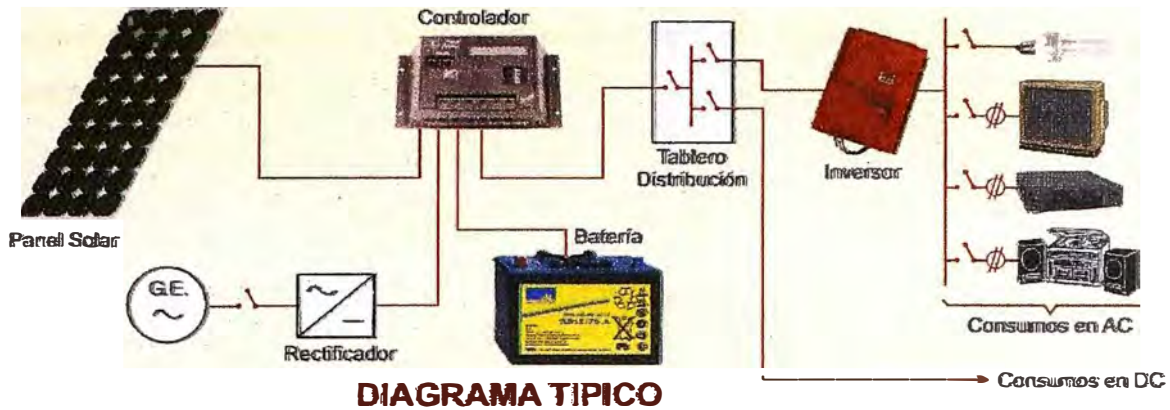


Fig.1.1 Sistema Solar FV

- b) Efecto fotovoltaico [3]: Fenómeno electrónico en células de silicio (Si) que al incidir rayos solares directamente sobre una juntura N-P de un semiconductor, libera pares de cargas los que son impulsados al otro lado a través de la juntura y no pueden regresar debido al campo eléctrico de la misma juntura alterándose el estado de equilibrio, con lo que queda lista para sostener una corriente cuando se le conecte una carga eléctrica externa, como se muestra en la Fig. 1.2.
- c) Accesorios: Componentes adicionales que son necesarios para que pueda trabajar el sistema FV tales como cableados de interconexiones, soportes de los paneles solares, soportes de las baterías, inversores DC/AC para cargas en corriente alterna, cajas de conexiones, arrestores y/o varistores contra inducciones atmosféricas, etc.
- d) Carga: Elemento o componente eléctrico o electrónico que para operar, es alimentado por el sistema FV
- e) Sistema de Puesta a Tierra: Electrodo(s) enterrado(s) de muy baja resistencia a tierra para protección del sistema FV, de las cargas y de las personas.
- f) Cableado: interconexiones eléctricas a base de cables de Cu electrolítico aislados con PVC y aditamentos diversos.
- g) Radiación solar [1]: Ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia provenientes del sol y que transmiten la energía que requiere nuestro planeta para mantenerse los seres vivos.
- h) Corriente DC: Electricidad cuyo potencial electromotriz no varía en el tiempo.
- i) Corriente AC: Electricidad cuyo potencial electromotriz varía en el tiempo y en forma periódica, típico 220 V.

j) **Tiempo de Vida o Vida Útil:** Periodo en que un componente presta servicio a plena capacidad o a un determinado % de la capacidad nominal aceptable para el sistema y según lo diseñado.

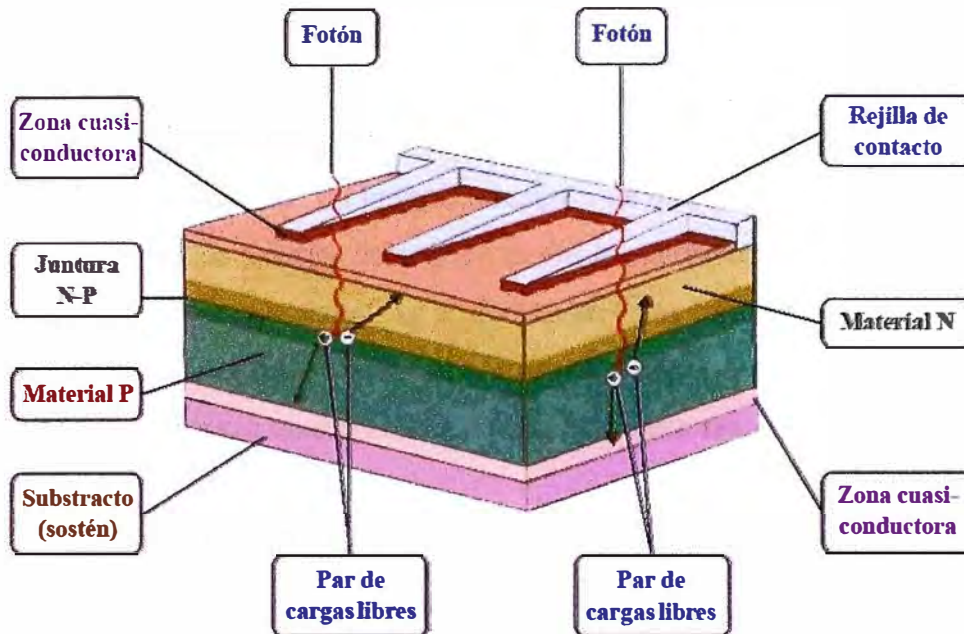


Fig.1.2 Efecto Fotovoltaico

k) **Fuente de Energía:** Elemento o componente susceptible de entregar energía en alguna forma, sea calorífica, combustible, masa, movimiento, etc.

l) **Dimensionamiento:** Método matemático de determinar capacidades adecuadas de los diferentes componentes del SFV.

m) **Sobre-dimensionado:** Algún(os) componente(s) tiene la capacidad por encima de la necesaria lo que implica un sobrecosto.

n) **Sub-dimensionado:** Algún(os) componente(s) no tiene la capacidad necesaria y el sistema terminará por fallar o trabajará inadecuadamente o en forma intermitente.

o) **Capacidad:** Es el tamaño del componente, es lo que debe quedar determinado en un dimensionamiento.

p) **Demanda:** Es la energía por diaria que requieren las cargas del sistema FV para operar según requerimiento pre establecido, debe ser adecuadamente definido para logara un buen dimensionamiento.

q) **Hoja de Cálculo:** Plantilla matemática que facilita el dimensionamiento de un SFV.

- r) **Energía Renovable:** Fuente de energía que ofrece la naturaleza y que es inagotable, tales son la energía solar, eólica, geotérmica, hidroeléctricas, etc.
- s) **Certificaciones de Calidad:** Documentos emitidos por instituciones reconocidas mundialmente y que garantizan calidades de los componentes que respaldan.
- t) **Normas de Fabricación:** Procedimientos y exigencia técnicas establecidas emitidos por instituciones reconocidas mundialmente, para fabricaciones de componentes y garantizar calidades pre establecidas
- u) **Balance energético:** Es la determinación de que la cantidad de electricidad efectiva a ser generada por los paneles solares en el día más crítico del año (el de menor insolación anual), será por lo menos igual a la demanda + las pérdidas por eficiencias operativas, caídas de tensión y por degradaciones durante el tiempo de vida del SFV.
- v) **Tensión:** Fuerza electromotriz de una corriente sea en DC o en AC, denominada en volts.
- w) **Caída de Voltaje:** Se da en un conductor debido a la resistencia eléctrica que ofrece al paso de una determina corriente, es la diferencia de la tensión entre el valor al inicio y al final del conductor para una determinada corriente.
- x) **Corriente eléctrica:** Flujo de electrones que pasa por un conductor o por una carga, denominada en amperes.
- y) **Corto circuito:** Es la conexión del polo “+” con el polo “-” de modo de hacer “cero” el voltaje entre ellos.
- z) **Insolación o irradiación de un lugar:** Cantidad de energía solar diaria que le llega desde el sol a un plano horizontal de  $1 \text{ m}^2$  de área, expresado  $\text{KWh/m}^2 \cdot \text{día}$ .
- aa) **AH – Amperios Hora:** Es la magnitud más adecuada, sencilla y precisa para realizar un cálculo de balance energético en los SFV.
- bb) **THD:** Total de distorsión armónica de una onda de de tensión o de corriente que se da cuando dicha onda que debiera ser sinusoidal pura tiene una cierta deformación que se expresa en %, su cálculo es complicado y se toma como base las serie de fourier.

### **1.2.2 Paneles solares fotovoltaicos [3]:**

- a) **Paneles o módulos solares FV:** Es la conjunción de varias células en serie – paralelo para forman una unidad fácil de manipular, transporta e instalar.
- b) **Célula FV de Silicio (Si) :** Componente que recibe los rayos solares directamente y los convierte en electricidad del tipo DC (corriente continua), como se muestra en la Fig.

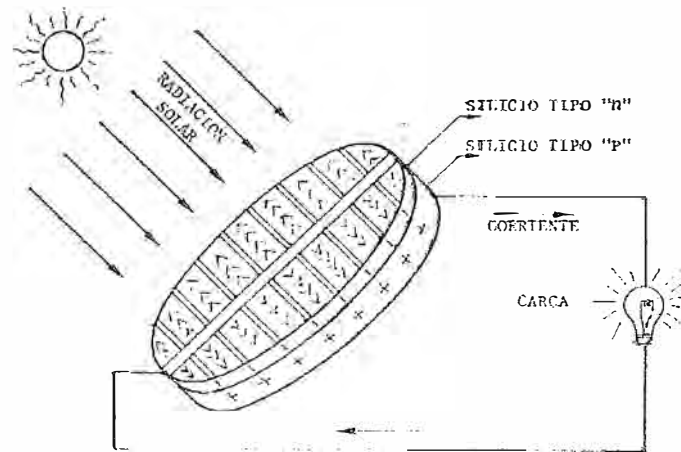


Fig. 1.3 Célula FV

- c) **Potencia pico de paneles:** Característica de máxima potencia de generación para una determinada insolación, característica a ser evaluada para la selección del panel adecuado.
- d) **Voltaje a potencia pico de paneles:** Voltaje correspondiente a la potencia pico, característica a ser evaluada para la selección del panel adecuado.
- e) **Corriente a potencia pico de paneles:** Amperaje correspondiente a la potencia pico, característica a ser evaluada para la selección del panel adecuado.
- f) **Voltaje a circuito abierto:** Voltaje correspondiente a circuito abierto, sirve para analizar el comportamiento operativo del panel.
- g) **Corriente a cortocircuito:** Amperaje correspondiente a cuando se corto circuitúa el polo “+” y “-“ del panel solar, sirve para analizar el comportamiento operativo.
- h) **Derating de Voltaje por temperatura del panel:** El voltaje generado por el panel sufre una disminución (derating) cuando la temperatura de la células están sobre los 25°C, la constante de derating viene indicado en las características del panel y para lugares muy cálidos (selva y costa del Perú) es muy significativo y debe ser considerado para el cálculo de caída de voltajes en un determinado SFV.
- i) **Derating de Amperaje por temperatura del panel:** El amperaje generado por el panel sufre un ligero aumento cuando la temperatura de las células están sobre los 25°C, la constante de corrección para el amperaje viene indicado en las características del panel, operativamente no tiene mayor incidencia esta pequeña variación.
- j) **Derating de Potencia por temperatura del panel:** La potencia generada por el panel sufre una ligera diferencia cuando la temperatura de las células están sobre los 25°C, la

constante de corrección para la potencia viene indicado en las características del panel, operativamente no tiene mayor incidencia esta pequeña variación.

### **1.2.3 Controladores fotovoltaicos [7]:**

- a) Controlador FV: Unidad electrónica que controla, regula y monitorea localmente y remotamente el sistema FV para un trabajo adecuado y automático, Componente que opera automáticamente monitoreando que los niveles de operación queden entre umbrales mínimos y máximos pre establecidos para una operación adecuada del sistema FV.
- b) Lado solar de un controlador: Es el lado por donde se conectan los cables provenientes de los paneles solares. Será “desconectado” por el controlador cuando detecte que las baterías están bien cargadas y será “reconectado” un periodo después según sistema pre establecido.
- c) Lado de baterías de un controlador: Es el lado por donde se conectan los cables que van a las baterías solares, nunca se desconecta en la operación normal del sistema.
- d) Lado de la carga de un controlador: Es el lado por donde se conectan los cables que van a la carga. Será “desconectado” por el controlador (LVD) cuando detecte que la profundidad de descarga de las baterías haya llegado al valor mínimo recomendado por el fabricante y que haya sido “ajustado” en el controlador, será “reconectado” cuando las baterías hayan recobrado carga hasta un % pre establecido.
- e) Sensor de temperatura: Es un accesorio de los controladores para sensar la temperatura de las baterías y en base a ésta, corrige los niveles de operación para desconectar y reconectar de las baterías ya que los voltajes adecuados dependen de dicha temperatura.

### **1.2.4 Baterías [5][6][12][13][14]:**

- a) Baterías: Acumuladores en forma electroquímica de la energía generada por los paneles solares para luego entregarla a las cargas. Por ahora sólo se utilizan baterías del tipo Plomo-ácidas cuyas placas “+” y “-” son fabricadas a base de aleaciones de plomo y el dieléctrico entre las placas es un electrolito a base de ácido sulfúrico que puede ser líquido o gelificado.
- b) Capacidad de una Batería: Es cuanta energía en AH puede suministrar una batería, ella viene referida a un régimen de descarga, a un voltaje final por celda y a una determinada temperatura (20 o 25°C)
- c) Descarga de una Batería: Es cuando la batería entrega energía (electricidad DC) a una carga.

- d) Régimen de Descarga de una Batería: Es el tiempo al cual ha sido definido una capacidad, en 5 horas (C5), en 8 horas (C8) en 100 horas (C100), etc.
- e) Voltaje final por celda: Es el voltaje al que una celda llegará al final de una descarga.
- f) Auto-descarga de una Batería: Se da cuando la batería es almacenada por largos periodos (a partir de 15 o 30 días según marcas), material activa viaja de la placa “+” a la placa “-” en forma espontánea, suele ser de 2% a 4% mensual.
- g) Profundidad de descarga de una Batería: Es el % de descarga que ha entregado o entrega o está programado entregar por una batería.
- h) Recarga de una Batería: Es cuando la batería recibe energía adecuada en voltaje y en amperaje (electricidad DC) desde un Rectificador Cargador de Baterías que a su vez es alimentado por la red comercial o por un grupo electrógeno u otra fuente (solar, eólica, etc.).
- i) DOD de una batería: Siglas de la expresión Daily Depth of Discharge (profundidad de descarga diaria), es una característica técnica muy importante de una batería de uso solar que se descarga durante las noches o cuando no hay sol y se recarga en el día cuando hay sol (ciclado diario), debe tomarse en cuenta para su selección. Este dato indica cuántos ciclos “vivirá” la batería a una determinada profundidad de descarga, por ejemplo: 2800 ciclos al 20% DOD o 1200 ciclos de vida al 50% DOD, en un sistema bien dimensionado el ciclado debe resultar entre el 5 y el 20%.
- j) Estado de Carga de un Banco de Baterías (SOC): Es el % de carga que tiene en un determinado momento.
- k) Autonomía de un Banco de Baterías: Es la capacidad en horas o días de que un banco de baterías alimente una demanda hasta la máxima profundidad de descarga recomendada por el fabricante (50%, 70%, 80%, etc.), estando inicialmente 100% cargada.
- l) Electrolito: Es el dieléctrico líquido o gelizado que está entre las placas de las baterías, es ácido sulfúrico y el azufre interviene en las reacciones químicas de carga y descarga de estas baterías.
- m) Baterías Automotrices: Son las más comunes y de cierta facilidad de fabricación, se usan para “arrancar” motores, son del tipo de descarga superficial y su tiempo de vida es relativamente corto, estados de descargas parciales acortan considerablemente su tiempo de vida, no son recomendadas para usos fotovoltaicos. Mayormente son “abiertas” y de electrolito líquido, son las más baratas.

- n) **Baterías estacionarias o industriales:** De fabricación especial para un trabajo no muy rudo, son las usadas como respaldo de emergencias en centrales telefónicas, centros de cómputo, en los UPS, en las hidroeléctricas para maniobras de interruptores, válvulas, controles, mandos, etc. Son de descarga profunda (hasta 70% u 80%), las hay de electrolito líquido (abiertas o selladas) y de electrolito gelizado (necesariamente selladas). Los tiempos de vida son largos (10 hasta 20 años según calidades de fabricaciones) ya que los ciclados DOD exigidos durante las prestaciones son muy bajos comparativamente, son medianamente caras según calidades y garantías que ofrecen los fabricantes.
- o) **Baterías de tracción:** De fabricación muy especial para un trabajo muy rudo, son las usadas en locomotoras en las minas, montacargas, carritos eléctricos, etc., donde se les somete a descargas profundas diariamente y luego se les coloca en compartimentos especiales para ser recargadas en tiempos cortos para poder volver a ser usadas inmediatamente. Los tiempos de vida son cortos (5 años) a pesar de su fabricación tan especial, ello debido al régimen de descarga diario tan drástico. Son las de mayores precios.
- p) **Baterías para uso fotovoltaico:** De fabricación expofeso para un trabajo medio rudo, con una tecnología intermedia de fabricación entre las estacionaria y las de tracción ya que diariamente son descargadas un % considerable durante las noches o cuando no hay sol (10 a 25%). Son de descarga profunda (hasta 70 u 80%), las hay de electrolito líquido (abiertas o selladas) y las de mayor uso, las de electrolito gelizado (necesariamente selladas). Los tiempos de vida son largos (10 hasta 15 años según calidades de fabricaciones) ya que los ciclados DOD exigidos durante las prestaciones son medianamente bajos, son medianamente caras según calidades y garantías que ofrecen los fabricantes.
- q) **Baterías tipo monobloc:** Por la capacidad relativa pequeña, son dos, tres o seis baterías fabricadas en serie una al costado de la otra y en una sola caja, el voltaje nominal del paquete resulta de 4, 6 u 12 Volts, este procedimiento abarata costos.
- r) **Tensión de recarga de baterías:** Es el valor del voltaje recomendado por el fabricante según sea una recarga de eculización, de flotación o en un sistema FV, valor típico para el último caso entre 2.28 y 2.40 V por celda.
- s) **Tensión de flotación:** También conocida como voltaje de goteo, es el valor del voltaje de mantenimiento de carga de batería recomendado por el fabricante para la parte final de una recarga y para su mantenimiento plenamente cargada, se da para las baterías



estacionarias cuando son recargadas por un rectificador cargador de baterías, o sea cuando existe suministro comercial o grupo electrógeno. Valor típico entre 2.20 y 2.30 V por celda.

t) Tensión de ecualización: Es el valor del voltaje para el proceso de recarga de batería recomendado por el fabricante, luego debe bajar al voltaje de ecualización, se da para las baterías estacionarias cuando son recargadas por un rectificador cargador de baterías, o sea cuando existe suministro comercial o grupo electrógeno. Valor típico entre 2.30 y 2.40 V por celda.

u) Sobrecarga de una batería: Es cuando se aplica un voltaje mayor al necesario estando la batería ya plenamente cargada, ello es perjudicial ya que provoca gasificación del electrolito en mayor cantidad y hace que haya “lavado” de material activo de las placas lo que determina un mayor envejecimiento prematuro y menor tiempo de vida de la batería.

v) Resistencia interna de una batería: Es la resistencia eléctrica que ofrece la batería ante una recarga o una descarga, depende del estado de carga y del diseño de la unidad, las baterías de mayor calidad ofrecen menores resistencias internas. Si dicha resistencia es alta habrá un recalentamiento indeseado al momento de la recarga.

w) Material Activo de una batería [12]: Es la aleación de plomo que tienen las placas “+” y el plomo de las placas “-” que ante una descarga de la batería, este material activo se combina con el azufre del ácido sulfúrico del electrolito que pierde peso específico y resulta el sulfato de plomo que se deposita tanto en la placa “+” como en la placa “-”, este material en ambas placas sufre un proceso de sulfatación (cristalización = endurecimiento de la placa) que va siendo mayor conforme pasa el tiempo. Por lo expuesto es recomendable recargar la batería cuanto antes mediante un proceso inverso y teóricamente todo el material activo retorna a ambas placas lo cual es no es 100% exacto, o sea pequeñas cantidades de material activo no se recuperan y se van endureciendo, lo que significa pequeñas pérdidas de capacidad de la batería y consecuente envejecimiento. Cuanto mayor sea la descarga mayor será la cantidad de material activo que se transforma en sulfato de plomo y mayor será el envejecimiento que sufre la batería, por ello existen los límites de profundidad de máxima descarga recomendada por los fabricantes. Favor de ver Fig. 1.4

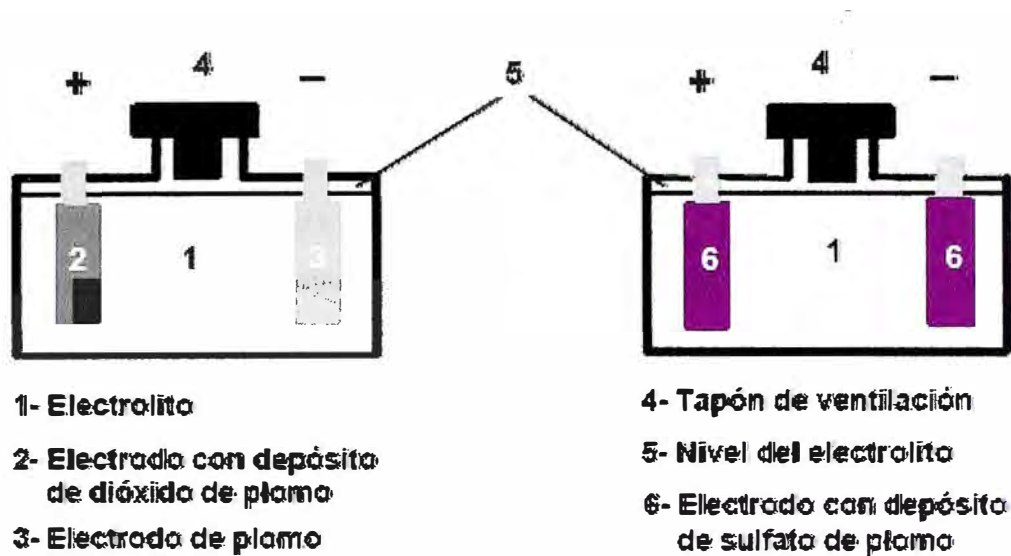


Fig. 1.4 Batería cargada – Batería descargada

### 1.2.5 Inversores:

- Inversor: Aparato electromecánico que convierte la corriente DC de entrada en corriente AC de salida, típicos 12 o 24 o 48 VDC / 220 VAC – 60 Hz.
- Inversor de alta eficiencia: Aquellos cuyo consumo interno es entre 3 a 5% de la carga que transmiten, son los recomendados para SFV.
- Inversor de onda sinusoidal pura: Aquellos cuyo THD a la salida no supera el 5%, requerido para equipos de comunicaciones, equipos de control y equipos especiales.
- Inversor de onda semi-sinusoidal: También conocidos como de onda cuasi-sinusoidal u onda cuadrada o semi-cuadrada, el THD de la tensión de salida de éstos es mucho mayor al 5%, entre 15% y 50%. Estos inversores pueden ser utilizados sin problemas para alimentar para lámparas, equipos musicales, TV y otros que nos son muy alta calidad.

## 1.3 Bases teóricas y principios de funcionamientos:

### 1.3.1 Sistema fotovoltaico [2]:

Un sistema FV es el resultado de la integración de varios componentes funcionales con la finalidad de suministrar diariamente, la energía eléctrica requerida por la demanda (carga o consumo). Esta definición es la misma que corresponde a un servicio domiciliario con un grupo electrógeno tradicional. La diferencia fundamental es que en un sistema FV el “combustible” es la energía solar, como se muestra en la Fig. 1.1

Es importante destacar dos conceptos que están implícitos en la definición:

- La demanda eléctrica determinará qué componentes funcionales deben formar parte del sistema.

b) Diariamente, el sistema deberá mantener un balance energético entre la cantidad de electricidad generada y la consumida por la demanda.

Dos valores, diferentes de un sistema a otro, determinan el valor de una demanda eléctrica: el tipo y la magnitud de la demanda.

Existen tres tipos de cargas (consumos): DC, AC o mixta, para las cargas en AC se necesitará de un inversor.

*La magnitud de la demanda será definida cuando se conozcan los valores de lo siguiente:*

a) La cantidad de aparatos que se conectarán al SFV junto con sus consumos y voltajes de operación.

b) El período del día durante el cual se conectará cada uno de los aparatos a ser considerados, también conocido como régimen de trabajo de cada carga.

La cantidad de energía (demanda), normalmente es medida en Wh/día ó KWh/día. Para el método de cálculo que revisamos en el presente trabajo y que lo estamos explicando, la demanda la calcularemos en cantidad de electricidad por día AH/día (amperios-hora por día), por ello recibe el nombre de método “AH”.

### **1.3.2 Células y paneles solares FV [3]:**

Los paneles solares son los componentes que generan electricidad en DC a partir de la incidencia directa de los rayos solares (el calor no produce electricidad), los paneles solares están conformados por una cantidad de células FV interconectadas en serie y/o paralelo para conseguir que el módulo tenga un voltaje apropiado para la recarga de las baterías, más sol = más electricidad.

La célula FV es un diodo semiconductor como se muestra en la Fig. 1.5, el que es fabricado de silicio puro por tener mejor comportamiento a altas temperaturas de operación, tienen forma plana como obleas y son dopados con otros elementos de modo de crear cargas libres, electrones en un caso mediante el Boro (tipo N) y huecos en el otro caso mediante el fósforo (tipo P) las que son unidas creándose una juntura con un campo eléctrico y los otros extremos resultan zonas cuasi-conductoras.

Cuando inciden los rayos solares con suficiente energía, los fotones crean pares de carga libres “+” y “-” que en su mayoría son impulsadas a través de la juntura y el campo eléctrico existente no les permite volver, estas son las carga libres que conforman la corriente generadora de estas células y el fenómeno es denomina FEECTO FOTOELÉCTRICO [3], como se ve en la Fig. 1.2

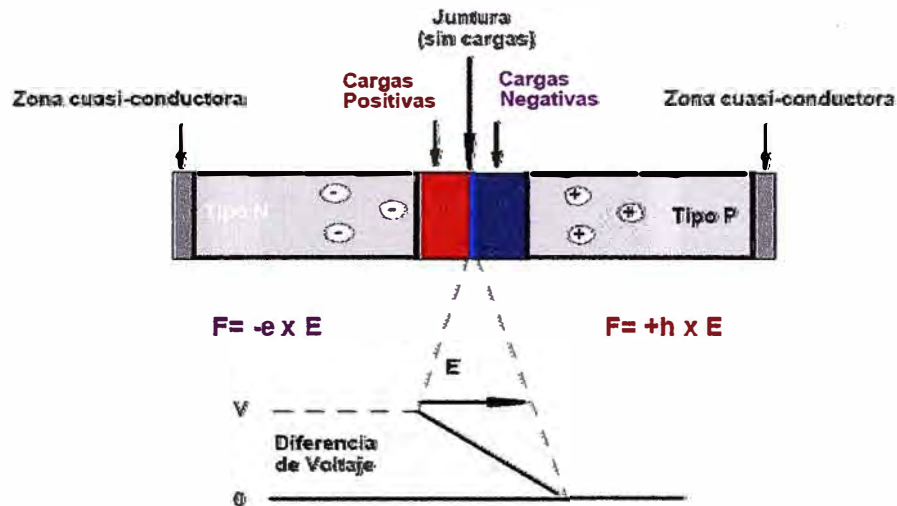


Fig. 1.5: Célula fotovoltaica semiconductor [3].

La transformación de la energía radiante del sol que incide en las células FV en corriente eléctrica se realiza con muchas pérdidas de energía por reflexión y calentamientos principalmente de modo que la eficiencia de transformación sólo llega a valores muy bajos, en los mejores casos llega a 16% o 17% (máx. teórico es 25%).

El mercado ofrece numerosos tipos de células FV [3]. Algunas gozan de más difusión que otras debido a que fueron introducidas hace un buen tiempo atrás. Todas las células pertenecen a uno de los grupos mencionados a continuación:

- Mono-cristalinas.
- Poli-cristalinas.
- Amorfas.

El orden dado es el mismo cuando se considera el costo o la eficiencia de conversión aunque en los últimos tiempos las eficiencias y costos de las dos primeras son muy similares.

El proceso de fabricación del cristal de silicio requiere un alto consumo de energía eléctrica, lo que eleva el costo de estas células, recientemente, la compañía Sun-Power ha anunciado la introducción de una célula de Si mono-cristalino, sin rejilla de contacto frontal, la que tendría una eficiencia del 20%.

#### Identificación visual

Las células de Si mono-cristalino se reconocen a simple vista, ya que su superficie es uniforme. Expuestas a la luz actúan como un espejo grisáceo. Las células poli-cristalinas reflejan la luz en forma no uniforme, pudiéndose observar las imperfecciones en el cristal.

Tienen, asimismo, una coloración azulada. La Fig. 1.6 ilustra estos dos tipos, ambos con rejilla frontal de conexión.

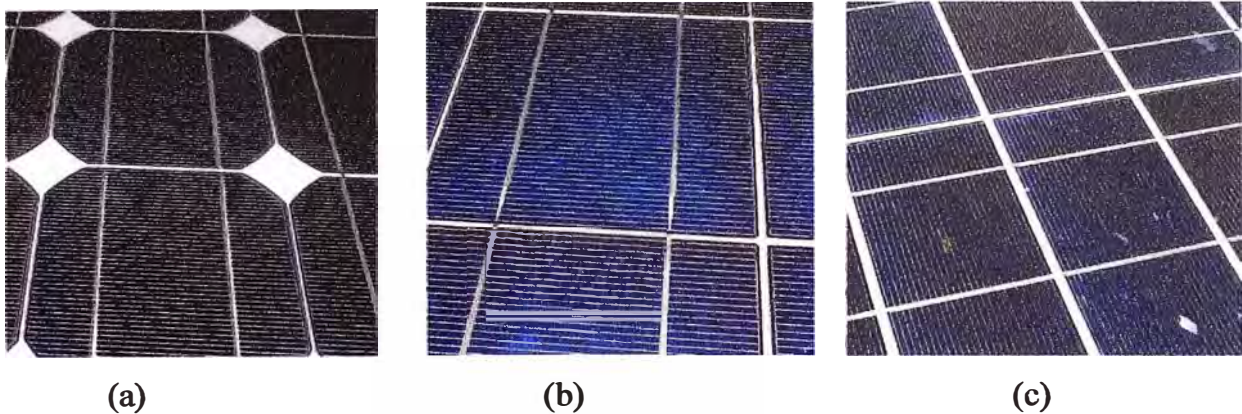


Fig. 1.6: Célula mono-cristalina (a) - Células poli-cristalinas (b)(c) [3].

El otro tipo corresponde a las células amorfas (a=sin; morfo=forma) las que no poseen una estructura cristalina, esa simplificación conduce a un abaratamiento teóricamente considerable.

Es un hecho que cuando más se aleja la técnica de fabricación de una célula FV de la estructura mono-cristalina, más defectos estructurales aparecerá en la substancia semiconductor, los que aumentan el atrapamiento de las cargas libres, disminuyendo la eficiencia de conversión. Para reducir este efecto, el espesor del material activo en estas células es diez (10) veces menor que el de una célula mono-cristalina, ello a su vez, contribuye a bajar el costo.

Debido a su fragilidad, las células FV son vulnerables (lluvias, granizo, nieve, vientos, polvo, alta humedad, etc.). Esta característica, sumada a la necesidad de ofrecer un voltaje de salida práctico, hace necesario el uso de una estructura mecánica rígida y hermética que pueda contener un elevado número de células.

a) Características mecánicas de un panel solar fotovoltaico [4]:

El panel fotovoltaico cumple con los requisitos indicados en el párrafo anterior, facilitando además el transporte de las unidades, el conexionado externo, y el montaje de la unidad a una estructura soporte.

Cada fabricante adopta una empaquetadura diferente al construir el panel FV. Sin embargo, ciertas características son comunes a todos ellos, como el uso de una estructura “sandwich” donde ambos lados de las células quedan mecánicamente protegidas.

Los paneles que usan láminas plásticas en la superficie colectora suelen perder hasta un 20% del valor inicial de transmisividad después de muchos años de uso (aprox. 20), mientras que los que usan vidrio templado pierden sólo un 5%, ya que este material resiste mejor la acción deteriorante de los rayos ultra-violetas.

La alta calidad de los paneles ofrecidos a la venta se refleja en las amplias garantías ofrecidas por los fabricantes (limitadas a un uso correcto) las que se extienden entre 20 y 25 años de uso.

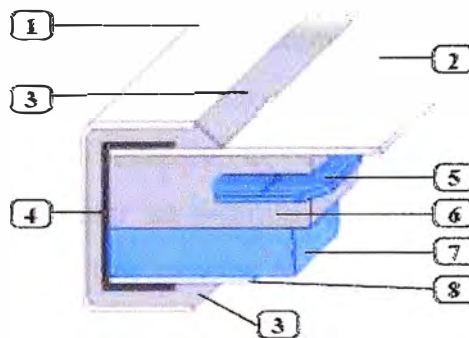


Fig. 1.7: Características constructivas de un panel FV (sin escala)

En la Fig. 1.7 se muestra que el marco del panel (1) está hecho de aluminio anodizado, para evitar su oxidación. Su rigidez provee la presión necesaria para mantener juntas las partes que integran el “sandwich”. Los marcos tienen extensiones en ángulo recto, con perforaciones a lo largo del perímetro, los que facilitan su montaje a una estructura sostén. La superficie colectora (2) es un vidrio templado o un plástico de alto impacto, con un alto valor de transmisividad para la luz incidente. Ambos materiales resisten severas granizadas y vientos portadores de arena y/o tierra. El uso del vidrio ofrece una acción auto-limpiante, ya que la suciedad tiende a adherirse menos a su superficie.

Un material esponjoso (3) cumple con una doble función: proteger los bordes del vidrio y proveer un cierre hermético para el panel a lo largo del perímetro de la estructura. Todos los materiales expuestos a la luz solar son resistentes a la acción deteriorante de los rayos ultra-violetas.

La junta selladora (4), colocada a lo largo del perímetro, contribuye a evitar la presencia de agua (humedad) dentro del panel, evitando que las conexiones internas se oxiden (mayor resistencia óhmica) o causen la apertura del contacto al semiconductor.

Las células FVs (5) son cubiertas con un material encapsulante (6) de alta transparencia. Es común el uso del acetato de etil-vinilo (EVA, en inglés), el que se aplica en capas muy finas que, al hornearse, se polimerizan solidificando la estructura.

La rigidez del panel se incrementa con el uso de un soporte rígido (7), plástico o metálico, al que se conoce como substracto.

La cara posterior del panel (8) tiene una superficie de sostén, que en algunos modelos es plástica (Tedlar®) y en otros metálica (aluminio). La versión metálica mejora la disipación del calor al exterior, un factor muy importante.

La industria de baterías precedió a la de los sistemas FVs, de manera que la adopción de 12V para el voltaje de salida del panel era una opción práctica. Por otra parte, este valor no demanda la conexión de un número excesivo de células en serie.

En principio, se necesitaría conectar un mínimo de 24 células en serie para alcanzar un voltaje nominal de salida de 12V. Los paneles comerciales contienen un mayor número de ellas (36 o más). La explicación se verá cuando se analice la curva I-V del panel.

La potencia máxima de salida (potencia pico) de un panel FV es, sin duda alguna, la característica eléctrica más importante del mismo. La implementación de un sistema FV doméstico requiere el uso de paneles con potencias de salidas entre 60 y 100 watts.

Adicionalmente, como un aporte más en este trabajo, creo importante señalar que la mayoría de fabricantes producen paneles solares FV de capacidades similares que se diferencian en sólo 5 Wp o menos uno de los otros y resultan físicamente iguales, esto debido a que las eficiencia resultantes de cada célula en el mismo lote de fabricación no resultan exactamente iguales y tiene diferencias apreciables, dichos fabricantes las seleccionan por lotes (2 o 3) y así es que producen paneles de capacidades distintas para los mismos tamaños físicos, inclusive otras células que no alcanzan un mínimo de eficiencia son descartadas, de éstas algunas las comercializan como tal para otros fabricantes de paneles y el resto las desechan.

b) Características eléctricas de un panel solar fotovoltaico [4]:

El panel FV funciona de acuerdo a su curva I-V como se muestra en la Fig. 1.8. La potencia de salida para una determinada condición de trabajo está dada por el producto de los valores de I y V correspondientes.

Esta curva I-V está dada para las siguientes condiciones:

- Irradiación de un Sol (1KW/m<sup>2</sup>)
- Masa de aire de 1,5.

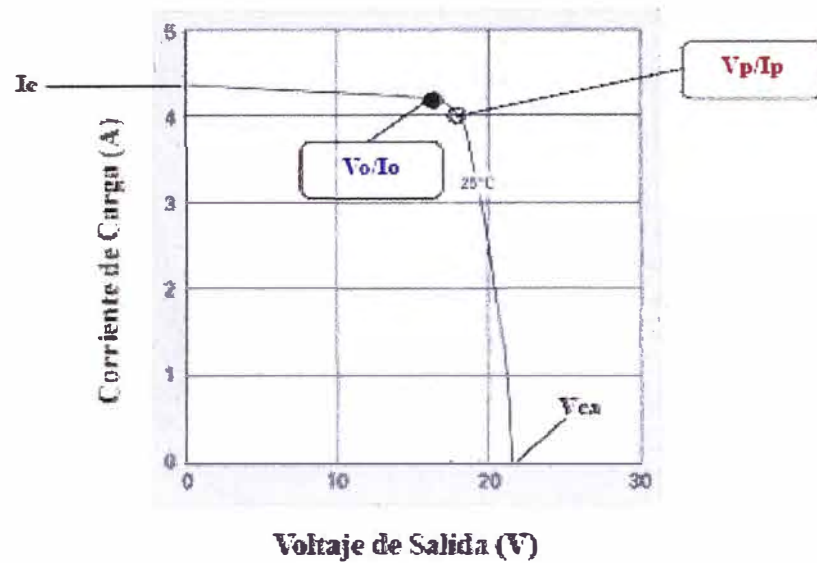


Fig. 1.8: Curva I-V de un panel FV

- Temperatura ambiente de 25°C,
- Viento de 1 m/s (3,6 Km/h; 2,25 mph).

Datos técnicos que resultan de la presente curva:

- Potencia pico ( $W_p$ )
- Tensión a potencia pico ( $V_{pp}$ )
- Corriente potencia pico ( $I_{pp}$ )
- Tensión a circuito abierto ( $V_{ca}$ )
- Corriente de corto circuito ( $I_{cc}$ )

Para el dimensionamiento por el método “AH” propuesto en le presente trabajo, los datos importantes que interviene son los tres primeros,  $W_p$ ,  $V_{pp}$  y  $I_{pp}$ :

Dos variables afectan la potencia de salida: la cantidad de irradiación ( $W/m^2$ ) y la temperatura de trabajo del panel ( $^{\circ}C$ ), como se muestra en la Fig. 1.9

Factores de pérdidas por temperatura operativa del panel.

Como se aprecia en las figuras anteriores, las altas temperatura que toman las células merman (derating) la potencia del panel y resulta muy significativo, por ello es que recomendamos y optamos los cálculos tomando en cuenta los amperes, los que no se ven casi afectados por dichas altas temperaturas.

La pérdida de voltaje operativo, en el método propuesto, es tomada en cuenta sólo en el momento de comprobar que dicha pérdida de voltaje sunada a la caída de voltaje en los



conductores desde los paneles hasta las baterías, no afecte el voltaje mínimo requerido por las baterías para un adecuada recarga.

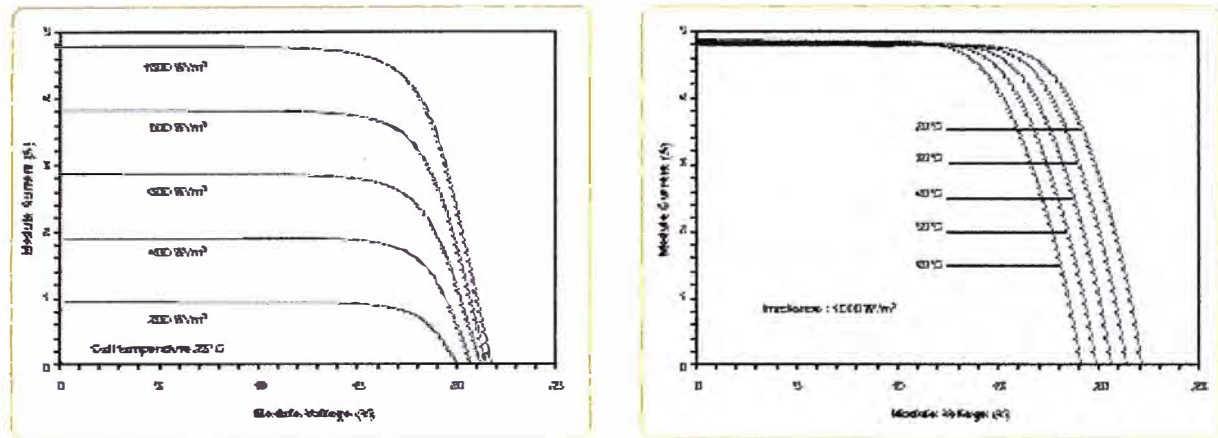


Fig. 1.9: Curva I-V de un panel FV para diferentes irradiaciones y diferentes temperaturas de trabajo [4].

Anotar que los paneles solares son fuentes de corriente, o sea que la cantidad de corriente que entrega dependerá únicamente del nivel de irradiación solar que recibe en el momento, corriente que entregará a la batería, por ello jamás una carga debe conectarse directamente a los paneles ya que podrá sufrir una sobre-corriente que la puede dañar y dejar inoperativa

### 1.3.3 Baterías [5] [6] [12] [13][14]:

Es el componente que almacena mediante un proceso electro-químico reversible, la energía generada por los paneles solares durante el día para ser utilizada en las noches o cuando el sol sea escaso.

La primera conversión, energía eléctrica en energía química, se da durante el proceso de carga. La segunda, energía química en eléctrica, ocurre cuando la batería se conecta a la carga, o sea la batería se descarga, como se muestra en la Fig. 1.11.

El electrolito de estas baterías consiste en una solución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) de alto grado de pureza (líquido para las de tipo abiertas y gelificadas para las del tipo selladas) y agua destilada ( $H_2O$ ).

El electrolito que es una solución de ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  de alto grado de pureza y agua destilada  $H_2O$ . El agua disocia (rompe) cada moléculas del ácido creando un ión de sulfato  $SO_4^{--}$  y dos iones de hidrógeno  $H^+$ . Lo indicado determina que en la placa de Pb se ionice el plomo en  $Pb^{++}$  pasando al electrolito y la placa se queda con electrones ( $e^-$ ) libres y por ello se convierte en la placa negativa, la otra placa se vuelve placa positiva como se en la siguiente figura.

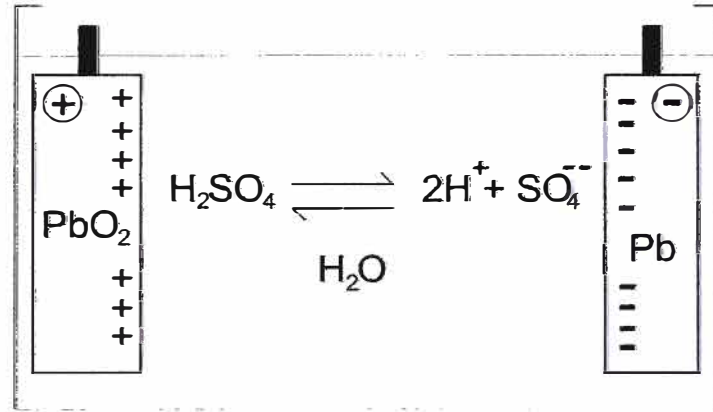


Fig. 1.10: Placa positiva - negativa [12][13][14].

DESCARGA: Se conecta una “carga” entre las placas positiva y negativa (Figura 1.11).

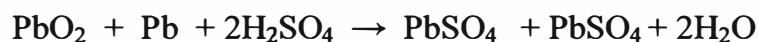
En la placa negativa: Por una molécula de ácido sulfúrico, dos  $e^-$  libres fluye hacia la placa positiva, un ión de plomo  $Pb^{++}$  reaccionan con un ión de sulfato  $SO_4^{--}$ , creando una molécula de sulfato de plomo  $PbSO_4$  que se deposita en la placa negativa, bajo la siguiente reacción:



En la placa positiva: Una molécula de dióxido o peróxido de plomo  $PbO_2$  se ioniza en  $Pb^{++++}$  (cuatro cargas positivas) y  $O_2^{--}$  (cuatro cargas negativas), los dos  $e^-$  que vienen de la placa negativa neutralizan dos cargas y el ión de plomo resulta de dos cargas positivas ( $Pb^{++}$ ) que reaccionan con los iones de sulfato  $SO_4^{--}$ , creando una molécula de sulfato de plomo  $PbSO_4$  que se deposita en la placa positiva, el ión de oxígeno más dos iones de  $H^+$  de la placa negativa y dos de la placa positiva forman dos moléculas de agua, bajo la siguiente reacción:



En resumen (ver figura 1.11):



### c) Carga (recarga)

Se conecta una “fuente de energía” (generador E) entre las placas positiva y negativa y se le suministra electricidad ( $e^-$ ) a la batería, el proceso es exactamente inverso, el electrolito pierde agua y ambos electrodos vuelven a tener su composición química original.

El cambio porcentual de la cantidad de agua en solución fuerza un cambio de densidad en el electrolito. Cuando la batería está cargada, la densidad aumenta, y cuando está

descargada, disminuye. Estas variaciones de densidad permiten evaluar, con precisión, el estado de carga de las celdas

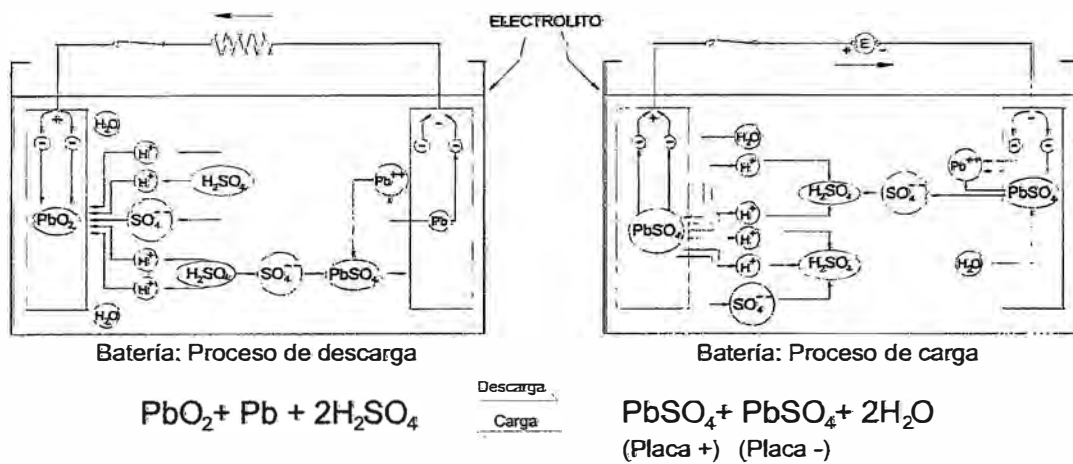


Fig. 1.11: Proceso de Descarga – Carga de una batería [12][13][14].

Como en toda conversión de energía, los procesos de carga y descarga de una batería vienen acompañados de inevitables pérdidas de energía.

Existen varios tipos de baterías, pero el que ofrece el mejor balance entre costo y performance es la batería de Plomo-ácido, con más de 140 años de existencia, ha evolucionado y continúa evolucionando tecnológicamente, además de ser las más aparente para ejercer sobre ella un control operativo más preciso.

El conjunto integrado por los electrodos y el electrolito constituyen una celda de acumulación cuyo voltaje nominal es de 2.0 VDC.

Para el caso de las baterías abiertas, para restituir el nivel de electrolito adecuado sólo debe agregarse agua destilada.

Las principales definiciones y conceptos ya se indicaron en párrafos precedentes, agregaremos lo siguiente:

Dentro de un SFV, las baterías representa el componente de de mayor susceptibilidad a deteriorarse y tener un envejecimiento prematuro con el consecuente acortamiento de su tiempo de vida útil con el perjuicio que ello acarrea, ya que no se cubrirá las expectativas de tiempo de vida útil trazadas al principio, por ello, es importante tener en cuenta las recomendaciones dadas por los fabricantes.

La temperatura de las baterías es un factor muy importante debido a la grana actividad electroquímica del componente, las “cargas – descargas” con valores de corriente relativamente bajos permiten que las baterías tengan las temperaturas de los ambientes en

que se encuentran, cuando dicha temperatura es menos a 25°C el efecto es que la batería pierde capacidad y requiere un mayor voltaje de recarga (ver tablas de ajustes recomendadas por los fabricantes), es más perjudicial las temperaturas sobre los 25°C, la mayor actividad electroquímica hace perder material activo de las placas lo que conlleva a un envejecimiento prematuro, por cada 10°C sobre los 25°C, el tiempo de vida esperado baja a la mitad, o sea en la selva peruana donde la temperatura ambiente promedio es de 35°C y sólo debido a este parámetro, las baterías durarán la mitad de los ofrecido por los fabricantes en el mejor de los casos, además requieren menor voltajes de recarga por los que los controladores deben de poseer estas correcciones de manera automática según tablas de ajustes recomendadas por los fabricantes.

Debe usarse baterías fabricadas expresamente para sistemas fotovoltaicos, de plomo ácido tipo abiertas de electrolito líquido o selladas de electrolito gelizado.

#### **d) Sulfatación**

Este es el mayor problema de las baterías de plomo-ácido, se forma un depósito de sulfato de plomo en ambas placas lo que significa que se está dando un envejecimiento de la batería (endurecimiento de placas y ya no recibe carga), este depósito está constituido por pequeños cristales, que se descomponen fácilmente durante el proceso de recarga, disolviéndose en el electrolito.

Si la recarga no puede ser alcanzada, el depósito de sulfato de plomo comienza a crecer en espesor y cristalizarse (endurecerse). La corriente de carga no consigue desprenderlo totalmente, reduciéndose la superficie activa de las placas, lo que acorta rápidamente la vida útil del acumulador. A este mecanismo se lo denomina sulfatación de la batería.

Para que las baterías no sufran la sulfatación y duren el mayor tiempo de vida útil posible considerar lo siguiente;

- Mantenerlas lo mejor cargadas posible (al 100%).
- Estados de carga parcial envejece la batería, a menor carga parcial, mayor envejecimiento.
- Tiempos prolongados a estado de carga parcial envejece la batería, a mayor periodo de carga parcial, mayor envejecimiento.
- Sobrecargas envejecen las baterías, a mayor sobrecarga, mayor envejecimiento
- Las auto-descargas también envejecen la baterías, debe darse recargas de refresco cuando las baterías son almacenadas por largos periodos.

La capacidad de una batería es diferente según el régimen de descarga al cual se ha definido, o sea los AH que puede entregar una batería a un régimen C5 es menor que los que entregará a un régimen C10 y mucho menor que los que entregará a un régimen C100. En el proceso de carga debe realizarse hasta el voltaje recomendado por el fabricante para estas aplicaciones (dato del fabricante) y a una corriente máxima también recomendado por el fabricante, la que debido a la grana capacidad de la batería que resulta por la autonomía requerida, dicha corriente de recarga siempre resulta bastante menos que el máximo recomendado.

#### e) Gasificación

Cuando una batería de Pb-ácido alcanza el 100% de su carga, su voltaje es muy cercano al del cargador. La diferencia de voltaje es mínima, disminuyendo la corriente de carga y, por ende, las reacciones químicas. Es entonces cuando los iones de oxígeno e hidrógeno formados por la electrólisis del agua no se combinan químicamente y escapan por los tapones de ventilación. Los de hidrógeno ( $H^+$ ) irán al electrodo negativo, y los de ( $O^{2-}$ ) al electrodo positivo. Este escape de gases produce un burbujeo en el electrolito, al que se conoce como gasificación.

Algo de gasificación es útil, pues contribuye a homogeneizar la solución electrolítica evitando la estratificación en capas con distintas densidades. Pero aún a bajos niveles, el oxígeno ataca los postes de soporte de plomo de las celdas, lo que puede ocasionar el derrumbe de una de las celdas. Este fenómeno, conocido como la “muerte súbita” de la batería, ocurre sin dar aviso previo.

Si el cargador tiene un voltaje elevado, la gasificación se incrementa y el burbujeo se hace tan intenso que los gases arrastran parte del electrolito fuera de la caja, a través de los tapones de respiración. El ácido sulfúrico que escapa daña los terminales de salida y disminuye la cantidad de ácido en solución.

Los problemas enumerados muestran la necesidad de:

- Ubicar las baterías en un lugar donde la temperatura ambiente se mantenga cercana a los 25°C durante todo el año.
- Mantener las baterías bien cargadas.
- Vigilar constantemente el estado de carga de una batería de Pb-ácido (electrolito líquido) que debe permanecer almacenadas por largo tiempo.
- No someter el banco de baterías a descargas excesivas, seguir recomendación del fabricante al respecto.

- Mantener el balance entre carga y descarga.

La sulfatación destruye, según la información técnica proporcionada por la asociación de fabricantes de acumuladores de Pb-ácido de los EEUU, ocho (8) de cada diez (10) baterías de Pb-ácido en uso.

Si bien el voltaje de batería no representa una medida absoluta del estado de carga de la misma, éste es el único indicador que nos queda cuando debemos evaluar el estado de carga de una batería hermética con electrolito ácido.

La medida de este valor debe tomarse con la batería descansada, es decir, no durante la carga, o cerca de haber terminado la misma. Como un proceso químico toma lugar en ambos casos, el voltaje experimenta variaciones.

La Tabla 1.1 para baterías Pb-ácidas de electrolito líquido, proporciona los valores que relaciona el voltaje de batería y la densidad del electrolito (25°C) con el porcentaje del estado de carga.

Tabla 1.1: Estado de carga de baterías Pb-ácidas electrolito líquido

Estado de Carga	Densidad	Voltaje de celda
100 %	1,265	2.117
75 %	1,225	2.067
50 %	1,190	2.034
25 %	1,155	2.000
0 %	1,120	1.983

#### 1.3.4 Controladores FV [7]:

Son el corazón de los SFV, su función principal es que las baterías se recarguen lo mejor posible y no se sobrecarguen ni se sobre-descarguen, de modo que resulten con un mayor tiempo de vida, para ello primero se comportan como reguladores de la recarga de las baterías desconectando y reconectando los paneles a éstas hasta que alcancen su carga plena (100%), la desconexión de los paneles se consigue colocando éstos en circuito abierto o colocándolos en cortocircuito; y segundo controlan que las baterías no se sobre-descarguen más de la profundidad recomendada por el fabricante mediante el control LVD (low voltage disconnect: desconexión por muy bajo voltaje)

Visto de otra manera, los controladores o unidades de control que son de estado sólido aunque para grandes capacidad los hay electromecánicos a base de relés de mercurio (Hg)

governados por microprocesadores, son necesarios en un sistema FV para implementar un proceso de carga que sea altamente eficaz para el tipo de batería Pb-ácido a usarse, durante el corto tiempo en que el sistema de carga permanecen operativos (duración del día solar promedio).

Existen dos formas de trabajo para el Control de Carga (controlador): control en serie y control en paralelo. La Fig. 1.12 ilustra cómo las dos versiones varían el valor de la corriente de carga. Las llaves interruptoras sólo tienen un significado conceptual.

a) Control en serie [7].

En esta versión, la acción de control toma lugar en serie con el circuito de carga, abriéndolo y cerrándolo intermitentemente, dependiendo del voltaje de batería. Durante la noche, el circuito de carga permanece abierto, evitando que las baterías se descarguen a través de los mismos.

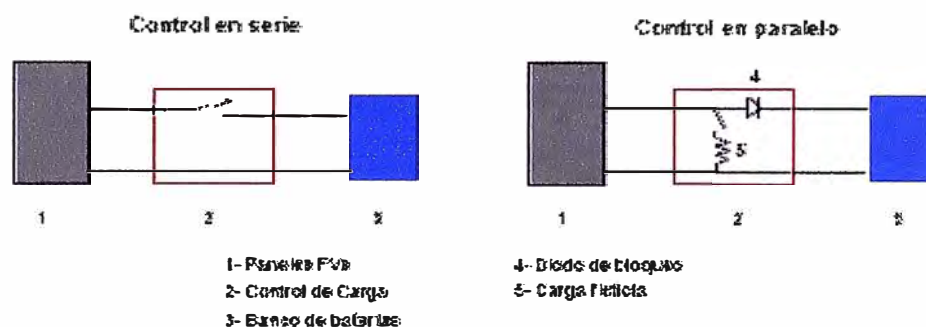


Fig. 1.12: Control de carga en serie y en paralelo [7]

b) Control en paralelo [7].

La acción de control en estos modelos actúa desviando, en forma intermitente, la corriente de carga a una carga ficticia (dummy load, en inglés) la que queda conectada en paralelo con el circuito de carga o simplemente coloca en cortocircuito la salida de los paneles lo que es común y no significan ningún riesgo debido a que las corrientes de c.c. ( $I_{cc}$ ) son apenas un 6% a un 10% mayores que las corrientes nominales a potencia pico ( $I_{pp}$ ), para evitar la descarga de las baterías, se conecta un diodo de bloqueo del lado de las batería. La presencia del mismo crea pérdidas de potencia y reduce el valor máximo del voltaje de carga. Esto hace que los controles paralelos sean menos eficientes que la versión en serie, y por ello la mayoría de los controles ofrecidos a la venta son del tipo serie.

c) Circuito de control [7].

Un circuito de control tiene dos secciones: la que ejerce el control, y la que lo recibe. Ambas están vinculadas, en todo momento a través del circuito de monitoreo (feedback). La señal de monitoreo permite que la sección de control pueda ejercer su acción en el momento y forma apropiada.

El monitoreo vigila el estado de carga del banco de baterías, mandando al controlador la información sobre las tensiones de batería, o sea, la mayoría de controladores ejerce su control y monitoreo a través de la tensión de las baterías. Si bien esta tensión no representa la mejor manera de conocer con precisión el estado de carga de la batería, es el parámetro más fácil de monitorear y desde los primeros diseños se lo utilizó como señal de feedback. La Fig. 1.13 muestra tres voltajes de monitoreo: el de batería, el del generador de entrada y el de un sensor de temperatura.

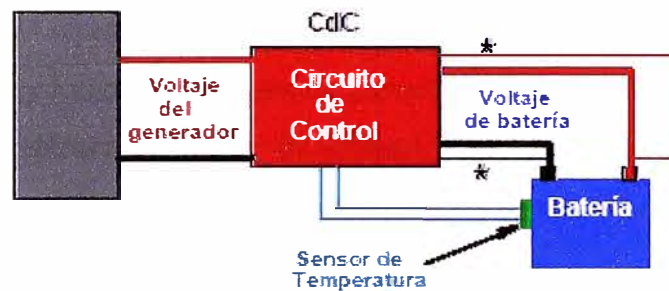


Fig. 1.13: Control de carga [7].

La batería está conectada permanentemente a la salida del controlador. En sistemas con altas corrientes de carga, a fin de eliminar el error introducido por la caída de voltaje en los cables de conexión, se utilizan cables adicionales de monitoreo (marcados con un asterisco en la Fig. 1.13) que proporciona un voltaje más preciso y real (no es afectado por caídas de tensión determinadas por altas corrientes)

Adicionalmente, se incorpora un sensor de temperatura conectado a un termistor, el que provee un voltaje suplementario al terminal especialmente provisto en el controlador. El sensor, que a veces está adherido a la caja de batería y en otras atornillado a uno de sus terminales, envía una tensión variable de corrección, la que se adiciona o subtrae al valor de la tensión máxima de carga, dependiendo de la temperatura del electrolito.

El monitoreo de la tensión de batería continúa durante la noche y puede utilizarse para interrumpir el circuito de carga, cuando la batería alcanza un valor excesivamente bajo (low voltage disconnect, en inglés).

d) Evolución del diseño



Un criterio similar se aplica a la tensión de salida de los paneles, los que pueden ser desconectados cuando alcanzan un valor menor a la tensión de carga de la batería.

Los controladores modernos son utilizados para llevar a cabo funciones adicionales, las que se agrupan bajo el nombre genérico de opciones. Algunas de ellas están directamente relacionadas con el proceso de carga (control de temperatura), mientras que otras tienen una acción indirecta (ecualización o monitoreo del sistema).

La posición que tiene el controlador dentro del circuito FV (entre la parte generadora y el resto del circuito), dicta que las opciones se incorporen en este punto. Algunas pasan a formar parte del control de carga (control de temperatura y ecualización), mientras que las que guardan relación con el monitoreo del sistema requieren el uso de unidades adicionales, las que estarán dedicadas a una función específica (desconectado por baja tensión de baterías, etc.).

El grado de complejidad del circuito de control determina la calidad de su acción.

Los primeros controladores a base de semiconductores discretos (diodos y transistores) y relevadores (relays) para ejercer la acción de control, han sido mejorados a los de tipo puramente de estado sólido cuando las capacidades de corrientes no son muy grandes o con relés de Hg para los manejos de grandes corrientes.

#### e) Modelos recientes

Con la introducción de los semiconductores de potencia, los relevadores fueron reemplazados por componentes de estado sólido (FET de potencia), mejorando considerablemente la vida útil del controlador y ahora, para la parte de control se usa los microprocesadores que bajaron su costo, los que poseen programas específicos, llamados algoritmos de carga los que tienen varios pasos (etapas). Los controladores que los usan se denominan multi-etapas, para distinguirlos de los que no incorporan un microprocesador (controles de una etapa).

#### f) Ventajas

El algoritmo de carga permite diseñar un controlador que resulta muy eficaz para definir el estado de carga de la batería y relacionarla con el generador de carga (paneles solares). Otra ventaja adicional es que el microprocesador tiene un muy bajo consumo y los FETs de potencia, debido a su elevada resistencia de entrada ( $10^6$  ohmios), permiten el cierre y apertura del circuito de carga con un consumo mínimo.

Estos dos factores se traducen en controladores que pueden controlar corrientes de decenas de amperes, consumiendo solamente decenas de mA. Por otra parte, la resistencia interna

de los FETs de potencia durante el período de conducción es muy baja, lo que disminuye las pérdidas por disipación interna.

#### g) Algoritmo de carga [7]

Este es el corazón de los controladores modernos, varias son las versiones que se ofrecen. Independientemente de cuántas etapas se ofrezcan, los factores considerados en el diseño de las dos primeras es el mismo para todos los fabricantes.

##### ➤ Primera etapa

Todos los diseños tienen en cuenta la necesidad de cargar al banco de baterías lo más rápido posible, ya que la duración del día solar promedio es limitada. La alta cantidad de iones libres presentes en la solución electrolítica cuando la batería está descargada, hace posible acelerar al comienzo el proceso de carga. Se consigue así una carga bruta sustancial (bulk charge) durante las primeras horas del día.

La implementación del proceso de carga es la misma para todos los fabricantes y consiste en elegir un voltaje de referencia lo suficientemente alto como para asumir que cuando el voltaje de batería alcanza ese valor, el estado de carga está cercano al 80% del máximo. Durante este período la corriente de carga tiene un valor igual al máximo que el sistema puede entregar en un instante dado. Al respecto, debe tenerse en cuenta que los paneles solares no proporcionan una corriente constante durante el día, ya que el máximo valor sólo se alcanza cuando el sol llega al zenit. A partir de este punto, su valor disminuye constantemente.

Las diferencias entre diferentes modelos tienen que ver con detalles como:

- El valor elegido para el voltaje de referencia, o
- La posibilidad de alterar (o no), manualmente, el valor del voltaje de referencia.

Cuando el voltaje de batería iguala al de referencia, a veces con un error entre 20 y 30 mV, el circuito de control inicia la segunda etapa.

##### ➤ Segunda etapa

Todos los fabricantes reconocen la necesidad de desacelerar el proceso de carga, ya que el estado de carga de la batería es lo suficientemente alto como para asumir que la cantidad de iones libres ha menguado, y seguirá menguándose durante esta etapa. Se hace necesario disminuir, paulatinamente el valor de la corriente de carga. A esta etapa se la denomina de absorción (absorption stage).

Algoritmos para la segunda etapa

¿Cómo llevar a cabo la disminución de la corriente durante esta etapa considerando que los paneles FV son fuentes de corriente?, es lo que diferencia un modelo de otro.

La solución consiste en disminuir la corriente de carga usando un generador de carga pulsante, de amplitud constante (valor de referencia) y tiempo de conducción variable. Este tipo de generador se conoce, en inglés, con la abreviatura PWM (anchura de pulso modulada), como se muestra en la Fig. 1.14.

Durante esta etapa los incrementos en el voltaje de batería que siguen tomando carga, se traducen en reducciones en el tiempo de conducción, disminuyéndose así el valor de la corriente de carga.

➤ Controlador de dos etapas

La duración de la segunda etapa está determinada por el algoritmo de carga y no por un voltaje de referencia. Al terminar esta etapa el fabricante estima que la batería está cargada, interrumpiéndose el proceso de carga.

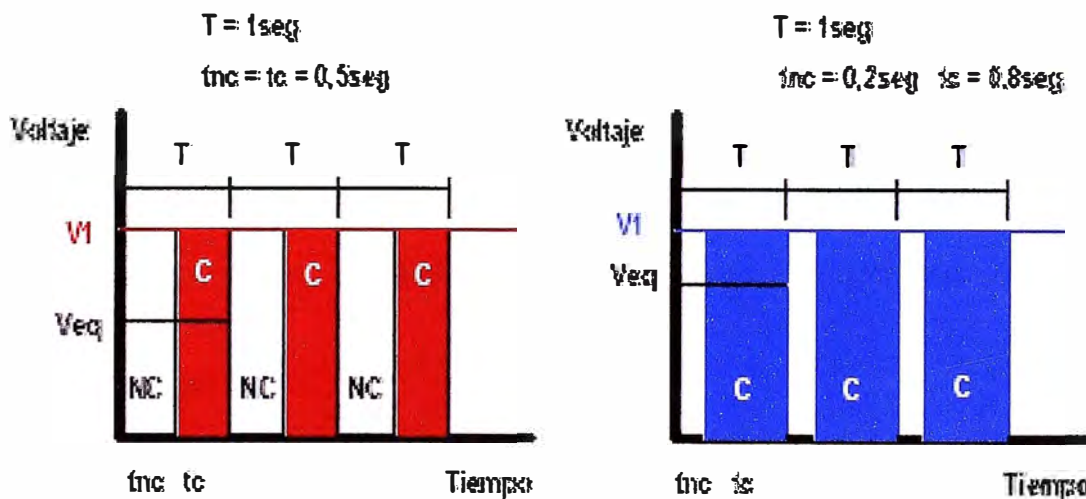


Fig. 1.14: Controlador con PWM, voltajes pulsantes con diferente ciclo activo

Cuando una batería permanece en reposo o entrega carga, su tensión disminuye lentamente, es por ello que los controladores de dos etapas ofrecen dos opciones al terminar la segunda etapa:

El reinicio automático de la carga o

La posibilidad de ecualizar las baterías.

➤ Reinicio automático

Cuando el valor de la tensión de batería decrece por debajo de un segundo valor de referencia, llamado tensión de reinicio (re-starting voltage), el ciclo de dos etapas se repite automáticamente.

#### ➤ Ecuación

Como alternativa al reinicio automático, estos controladores ofrecen la posibilidad de elegir una tercera etapa: la de ecuación. Esta opción permite a los fabricantes de estos modelos considerarlos como controladores de tres etapas, aún cuando la etapa de ecuación no constituye una extensión del proceso de carga. El proceso de ecuación puede trabajar, a elección, en forma automática o manual.

Es importante observar que la corriente de ecuación usada en estas unidades no es excesiva, ya que el proceso usa una tensión de sólo 1 V por sobre el de referencia (sistemas de 12V). Esto evita una excesiva gasificación del electrolito.

#### Controlador de tres etapas

En estos modelos la etapa optativa de ecuación no existe. En su lugar el algoritmo de carga convierte al generador de carga en un generador del tipo PWM.

En esta etapa el valor de la tensión del generador disminuye (2V en sistemas de 12V; 4 en sistemas de 24V) con respecto al de referencia de la etapa anterior.

Esta tensión, llamada de flotación, debe disminuir porque la cantidad de iones libres en el electrolito es muy escasa, evitándose así una excesiva e innecesaria gasificación del electrolito.

### 1.3.5 Inversores:

Aparato electromecánico que convierte la corriente DC de entrada en corriente AC de salida, típicos 12 o 24 o 48 VDC / 220 VAC – 60 Hz.

Inversor de alta eficiencia son aquellos cuyo consumo interno es entre 3 a 5% de la carga que transmiten, son los recomendados para un SFV.

Inversor de onda sinusoidal pura son aquellos cuyo THD a la salida no supera el 5%, esto es requerido para equipos de comunicaciones, equipos de control y equipos especiales.

Inversor de onda semi-sinusoidal: También conocidos como de onda cuasi-sinusoidal u onda cuadrada o semi-cuadrada, el TDH de la salida es mucho mayor al 5%, es suficiente para lámparas, equipos musicales, TV y otros de no muy alta calidad.

En la Fig. 1.15 se observa la necesidad un inversor para alimentar las carga AC, así se tiene un mayor grado de flexibilidad para elegir la tensión de generación de los paneles, el del controlador y el del banco de baterías.

Una ventaja de tener salida en AC es que tiene un voltaje más alto y las caídas de tensión en los conductores pueden ser compensadas con conductores de menores calibres y menores costos, mayor flexibilidad.

Los sistemas FV que son conectados a la red comercial deben satisfacer requisitos muy estrictos, a fin de conservar la calidad de la forma de onda y la frecuencia del voltaje de AC.

Los parámetros más importantes a tener en cuenta y sin establecer un orden preciso de importancia, son:

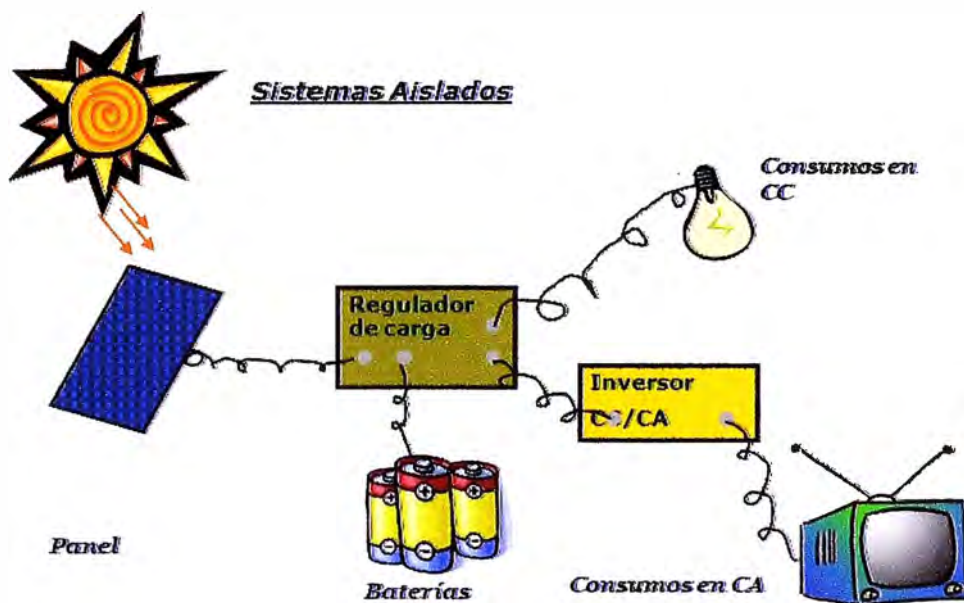


Fig. 1.15: Esquema integrado con carga AC que requiere inversor

- La máxima potencia que pueden manejar.
- El margen de sobrecarga transitoria y temporal que pueden tolerar.
- La eficiencia.
- La forma de onda de salida.
- El máximo error de frecuencia.

A estos parámetros se adicionan otros de carácter práctico, como:

- El montaje mecánico.
- El rango tolerado para la temperatura ambiente de trabajo.
- El máximo diámetro de cable que admiten los conectores de entrada.
- El grado de protección automática que incorpora un determinado modelo.

El avance tecnológico de los componentes solares ha seguido la trayectoria marcada por la rápida evolución de los semiconductores. Los nuevos componentes son más rápidos, trabajan a voltajes más elevados, y manejan mayores potencias. Si a ello se agrega el abaratamiento de los microprocesadores, no es una sorpresa tener Controles de Carga e Inversores con características técnicas que, unos quince años atrás sólo podían imaginarse. Una categoría muy especial son los inversores que conectan su salida a la red comercial, proporcionan en algunos casos formas de onda sinusoidales de mayor calidad que la de la red a la que son conectados, con un alto grado de estabilidad en la frecuencia de línea.

¿Cuándo se justifica un inversor de salida sinusoidal? La respuesta es:

Toda vez que se quiera evitar el recalentamiento innecesario de motores de CA monofásicos o se necesite proporcionar energía a equipos que son sensibles al contenido armónico. Se espera que con el tiempo el costo de estos equipos continuará reduciéndose, hasta convertirse en el único tipo a instalarse.

## **CAPITULO II**

### **DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL BALANCE ENERGÉTICO POR EL MÉTODO DE CANTIDAD DE ELECTRICIDAD “AH”**

En el presente trabajo se pretende ofrecer un método sencillo, rápido, confiable y que tiene mucha experiencia de aplicación, para realizar el dimensionamiento de un sistema solar FV en una hoja de cálculo EXCEL, se denomina **Método “AH”** (ampere-hora) y lo venimos implementando y mejorando en mi centro laboral desde hace 14 años en la empresa que vengo trabajando en este campo entre otros de las instalaciones industriales y comerciales, es utilizado para respaldar y sustentar la ingeniería aplicada dentro de las propuestas técnico-económicas que la empresa presenta a los diferentes clientes los que principalmente son de las áreas de telecomunicaciones, minería, salud, energía, entidades gubernamentales nacionales y extranjeras.

La presente exposición consiste en explicar e indicar los parámetros de decisiones de cada variable que interviene en el cálculo, la finalidad no es tanto analizar la validez de parámetros pre-establecidos lo que puede ser materia de otro trabajo similar al presente.

Este método es optado por las siguientes dos razones fundamentales:

- Sencillez y facilidad de realizarlo (requiere aritmética simple).
- Mayor confiabilidad de los resultados por tener mayor precisión debido a que las corrientes que generan los paneles no sufren mayor variación con la variaciones considerables de temperatura de los paneles solares que se da durante el día, esto es una ventaja sobre el método por WH donde la potencia (W) sí es considerablemente afectada por dicha variación de temperatura y debe ser tomado en cuenta en los cálculos correspondientes.

Debe realizarse un dimensionamiento para cada sistema solar FV que se pretende poner en servicio.

## 2.1 Hojas de Cálculo HC:

La hojas de cálculo tiene que ser en EXCEL (HC) del que presentamos un modelo en el Anexo A, permite realizar el dimensionamiento de manera semi-automática, cuenta con casillas donde deben colocarse datos y variables principales del sistema a ser dimensionado.

Esta HC tiene varios campos de información y de operación,

- Campo para ubicar los datos generales del sistema
- Campo para los datos de las cargas (consumos) y sus regímenes de trabajo.
- Campo para el sistema de paneles solares,
- Campo para el banco de baterías y
- Campo para la performance del sistema donde se verifica la conformidad del dimensionamiento.

Esta hoja nos arrojará como resultado los datos básicos y fundamentales siguientes:

- El número total de paneles que requiere el sistema.
- La capacidad del banco de baterías para una “autonomía” mínima requerida, y
- Las capacidades de operación del lado solar y del lado de la carga que deberá tener el controlador como mínimo efectivo.

## 2.2 Datos generales del sistema:

- a) Fila 2 – Columna A: Usuario, para quién se realiza el cálculo.
- b) Fila 3 – Columna A: Característica principal de la carga (demanda)
- c) Fila 3 – Columnas F/G: Días de autonomía exigido y/o establecido para el sistema que se va a calcular.

El número de días de autonomía que debe considerar el cálculo es a criterio del diseñador o es exigido por el usuario respondiendo a alguna consideración particular, como es uno de los parámetros básicos para la confiabilidad operativa del sistema es importante definirlo con el mejor criterio posible teniendo en cuenta que un valor bajo irá en contra de la confiabilidad y un valor alto será más costos, para telecomunicaciones en el Perú se recomienda entre 5 a 8 días dependiendo de la importancia en la red del sistema a servir.

- d) Fila 4 – Columnas A/B/C/D/E/F: Localidad donde se instalará el SFV que se está dimensionando, a ser seleccionada del listado de la “University of Lowell Solar Irradiation Database” [10]. (ver tabla en Anexo E), si no existe la localidad que se requiere entonces debe seleccionarse una localidad similar representativa, debe ser similar en ubicación y por



lo tanto en clima e insolación, esta selección requiere de experiencia y conocimiento, incluye colocar datos de latitud y longitud a ser extraídos de dicha base de datos.

Se ha optado la base datos de irradiación de la Universidad de Lowell- USA [10]. por ser de mayor confiabilidad, de mucho tiempo de estudio, de utilización mundial y porque ha dado muy buenos resultados en el Perú, no se ha optado la base de datos de insolación del SENAMI [9]. debido a que registra datos imprecisos y son el resultado de poco tiempo de estudio.

- e) Fila 5 – Columnas A/C/D: Dato del Voltaje del sistema, seleccionar 12, 24 o 48 Vdc

### **2.3 Determinación de la demanda:**

Datos de las cargas y regímenes de operación:

- a) Está encasillado entre las filas 8 a la 15 y las columnas E, F, G y H.
- b) En las casillas de la columna E colocar las descripciones de las cargas, agrupar aquellas que tiene los mismo regímenes, hay hasta 4 opciones, de ser necesarias más columnas simplemente incrementar filas antes de las totalizaciones.
- c) En las casillas de la columna F colocar los consumos de las cargas en amperes, sumar si se está considerando un grupo de cargas de igual régimen.
- d) En las casillas de la columna G colocar los regímenes de operación en horas/día correspondiente a cada carga o al grupo de cargas.
- e) Las casillas de la columna H son los resultados de multiplicar las dos casillas de cada carga correspondientes a los consumos x los regímenes, el resultado es en AH/día.
- f) La casilla H13 totaliza los AH/día y resulta ser la demanda del sistema o también llamado consumo, este valor es trasladado a las 12 casillas de la columna “Consumo” del campo de “performance” del sistema.
- g) En la casilla H14 se obtiene la capacidad efectiva mínima del lado de la carga que debe tener el controlador a ser utilizado en este sistema.

Con la finalidad de que el sistema no sea sobredimensionado y tener sobrecostos innecesarios, se recomienda considerar las capacidades reales de cada carga así como sus regímenes reales de operación programado.

### **2.4 Determinación de los paneles:**

- a) Está encasillado entre las filas 15 a la 24 y las columnas A y C.
- b) La casilla C18 es automática dependiendo del voltaje del sistema, 1, 2 o 4 paneles en serie si se trata de 12, 24 o 48 Vdc respectivamente.

- c) En la casilla C19 debemos colocar el # de paneles en paralelo que satisfaga la performance del sistema, o sea que todas las casillas correspondientes a los 12 meses del año de la columna “Rango” tengan el valor mínimo de 1.000.
- d) La casilla C20 multiplica automáticamente las dos casillas anteriores y da por resultado el total de paneles que requiere el sistema.
- e) En las casillas A22 y C22 debemos colocar los datos respectivos del panel que se tiene disponible, potencia (Wp) y corriente a potencia pico (Ipp).
- f) La casilla C24 multiplica automáticamente las casillas C20 x C22 (# de paneles en paralelo x Ipp de cada panel) obteniéndose el amperaje total del generador solar, este valor es tomado para obtener los valores de las 12 casillas de la columna (E27) AH/Día generado correspondiente a cada mes.

## **2.5 Determinación de las baterías:**

- a) Está encasillado entre las filas 16 a la 26 y las columnas E/F/G y H.
- b) La casilla H16 copia el # de días de autonomía que debe tener el banco de baterías, ello debe haber sido analizado y definido previamente, se recomienda:
  - 5 a 8 días para sistemas de telecomunicaciones en el Perú dependiendo de la confiabilidad que se pretenda dar al sistema en cuestión.
  - 3 a 6 días para sistemas domiciliarios de electrificación rural (alumbrado, TV, PCs, etc.).
  - Otro valor que sea establecido y/o exigido por el solicitante bajo su responsabilidad.
- c) La casilla H18 calcula la capacidad mínima que debe tener el banco de baterías al voltaje definido con anterioridad, lo calcula con los datos de la demanda (H13) y la autonomía exigida cuyo resultado es la capacidad requerida efectiva. Para obtener la capacidad mínima de las baterías, el valor antes obtenido debe ser dividido entre el factor de máxima profundidad de descarga de las baterías cuyos valores típicos para esta aplicación está entre 0.8 a 0.7 para las baterías de menor calidad.
- d) En las filas inferiores se consigna marca, modelo y capacidad de la batería que cubra el resultado de la casilla H18, la capacidad disponible obviamente es mayor que la calculada, por ello se re-calcula el # de días de autonomía resultante (casilla H23)
- e) En la casilla F26 se obtiene el # de baterías totales a ser necesario en el presente cálculo.

## 2.6 Performance del sistema dimensionado:

Esta es la parte de la HC que nos indicará que se ha realizado correctamente el cálculo, tiene 8 columnas y el resultado final se observa en la columna del “Rango” cuyos valores por lo menos deben quedar igual a 1.000.

- En la 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> columnas, se consigan los datos de irradiación en el plano horizontal mes a mes correspondiente a la localidad peruana seleccionada previamente de la base de datos de la Universidad de Lowell (Anexo B)
- En la 3<sup>ra</sup> columna, deben consignarse los factores de corrección por la inclinación respecto a la horizontal en que serán instalados los paneles solares, correspondiente a cada mes del año.
- Como los datos de irradiación corresponden al plano horizontal y considerando que el sol va moviéndose relativamente respecto a la tierra durante todo el año como se muestra en la Fig. 2.1, el 21 de Junio se encuentra en el Solsticio de Invierno, lo más “alejado” del hemisferio sur (inicio del invierno) y el 21 de diciembre se encuentra en el solsticio de verano, y la irradiación real recibida por los paneles FV depende de la perpendicularidad de los rayos (mayor perpendicularidad mayor irradiación), lo que es corregida por este factor.

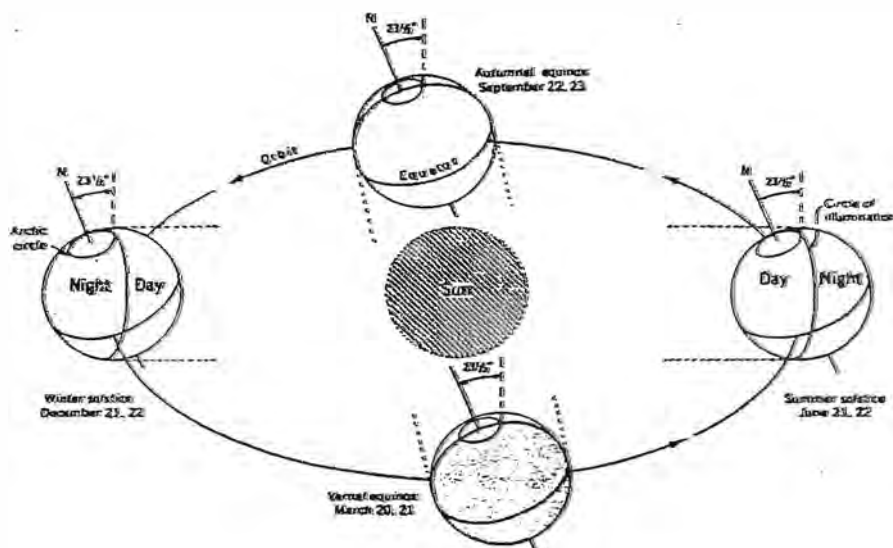


Fig. 2.1 generación de 4 estaciones del año

- La 4<sup>ta</sup> columna obtiene la irradiación real en el panel inclinado mes a mes, observar que en el invierno (para todo el hemisferio sur), el ángulo de instalación mejora dicha irradiación recibida y en el verano lo disminuye pero es cuando en el mayor porcentaje en

nuestro país se tienen los mayores índices de irradiación salvo en la sierra por ser época de lluvias.

El ángulo de inclinación para el montaje de los paneles recomendado debe ser igual al de la latitud del punto de instalación  $\pm 5^\circ$ , con un mínimo de  $15^\circ$  para evitar ensuciamientos y facilitar su limpieza, por lo que de manera práctica, considerando que el Perú está ubicado en el hemisferio sur entre casi los  $0^\circ$  hasta  $18.33^\circ\text{S}$ , recomendamos considerar para todas las instalaciones en el Perú, la inclinación de  $15^\circ$  respecto a la horizontal, por lo que de manera práctica, estos factores de corrección serán los mismos para todas las instalaciones en nuestra patria.

e) En la 5<sup>ta</sup> columna se obtienen mes a mes (promedios diarios) los AH/día efectivos generado por el arreglo solar en su conjunto para el voltaje establecido, ello se obtiene en base a los amperes totales generados que resulta en la casilla C24 multiplicado mes a mes por la irradiación real recibida por los paneles y afectado por otro factor denominado factor de diseño de paneles.

f) El factor de diseño de los paneles es necesario considerarlo por que la generación se verá afectada necesariamente por los siguientes parámetros:

➤ Pérdidas debido a la carga-descarga de las baterías, de 10% a 20% dependiendo de la calidad.

➤ Pérdidas en los cables de interconexiones, de 2% a 4%.

➤ Pérdidas de eficiencia de los paneles FV por ensuciamiento y degradación por tiempo de vida hasta los 25 años, 5% a 20%.

➤ En general se recomienda utilizar un factor de corrección entre el 15% y 25%, (0.8696 y 0.8 como cocientes respectivamente), en el ejemplo usamos 25% (0.8 como cociente lo que figura en nuestra HC modelo)

g) La 6<sup>ta</sup> columna consigan el consumo diario calculado en la casilla H14.

h) La 7<sup>ma</sup> columna calcula el cociente (Rango) entre los AH/día efectivamente generado por los paneles (5<sup>ta</sup> columna) y el consumo de la carga (6<sup>ta</sup> columna), este cociente tiene que ser por lo menos igual a 1.000 para todos los meses, con lo cual finaliza el dimensionamiento.

i) Lo indicado garantizar que la energía consumida diariamente es restituida durante el día solar y las baterías teóricamente se restituyen al 100% de estado de carga (SOC), lo que se observa en la 8va columna.

**2.7 Equipamiento básico resultante:**

- a) En la fila 43 se copia la cantidad resultante de paneles y la capacidad en Wp consignado de cada panel.
- b) En la fila 44 se copia la cantidad resultante de baterías y el modelo consignado
- c) En la fila 45 se copia las capacidades mínimas efectivas que deben tener los controladores en el lado solar y en el lado de la carga.

**2.8 Inversor:**

- a) Si las cargas fuesen en AC y se requiere un inversor, en la casilla F14 se consiga la máxima potencia del sistema, esto simplemente es la suma de las corrientes de las cargas simultáneas multiplicada por el voltaje nominal. La capacidad en W del inversor debe ser por lo menos el 111.11% de este valor teniendo en cuenta que la eficiencia de dicho inversor debe ser por lo menos del 90%.

## **CAPITULO III**

### **SELECCIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA “FV”**

#### **3.1 Paneles solares FV:**

Son de fabricación de tecnología de punta y lo hacen hasta hace poco, sólo los países desarrollados, ahora también son fabricados en la China pero de una calidad que está por ser verificada, los criterios de selección son

- Criterios técnicos: Tipo, cantidad de células en serie y capacidad.
- Criterios comerciales: Costos y plazos de entrega y garantías de buen funcionamiento.
- Criterios de calidad: Normas de fabricaciones y Certificaciones.
- Criterios adicionales: Seriedad de proveedores y hurtos de paneles SFV para desalentar los robos masivos que se viene dando en nuestra patria, se recomienda en lo posible trabajar con paneles para 24 V nominales de operación, o sea paneles de 72 células en serie, ya que ello complica más para ser usado por gente no calificada.

a) Tipo de panel solar: Se recomienda usar las de tipo mono-cristalina y/o poli-cristalinas ya que hoy en día las eficiencias y degradaciones por tiempo de vida alcanzadas por ambas tecnologías son similares, sólo dependerá de costos y de garantías ofrecidas.

No recomendamos usar por el momento las de tipo amorfo por su muy baja eficiencia (mitad de las mono y poli-cristalinas), relativa pronta degradación y hoy en día (año 2009) los costos son muy altos debido además a que no tienen una producción masificada.

b) Cantidad de células en serie: Debido a que las células toman gran temperatura de operación (aproximadamente 25° encima a la del ambiente) y que las temperaturas ambiente en verano son relativamente altas sobre todo en la costa y selva del Perú, los “deratings” (mermas) sobre todo de los voltajes generados son significativamente altos (aproximadamente un 15%), se recomienda utilizar paneles de por lo menos 36 o 72 células en serie (para 12 o 24 V nominales respectivamente) para así, seleccionando un calibre de cable de inter-conexionado de mínimas caídas, garantizar una adecuada tensión

de recarga de batería. Con menores células en serie ello es muy difícil o simplemente no se consigue por lo cual los paneles no son capaces de realizar una buena recarga de baterías.

c) Capacidad del panel solar: Comercialmente se fabrican paneles desde 5 Wp hasta 200 Wp para 12 o 6 Volts nominales (el último ya en desuso). Seleccionar una capacidad que resulte en un tamaño y peso práctico que permita transportes y manipulaciones fáciles sobre todo para los montajes finales, los más adecuados están entre 75 y 170 Wp.

d) Costos: Teóricamente los precios relativos por Wp deberían ser menores para los de mayores capacidades, sin embargo ello no es del todo cierto ya que la masificación en la producción también determina disminuir costos, por ello, las de menores precios son los paneles de mayor demanda relativa que están entre 75 y 170 Wp.

En los años 70 y 80 sobre todo, las pocas fábricas de paneles solares en el mundo dependían de algunas transnacionales petroleras que respaldaban las altas pérdidas que ellas tenían ya que los costos de fabricación eran tan altos que hacían muy difícil su comercialización, por lo que eran vendidos a precios muy por debajo de dichos costos de fabricación.

En los últimos 15 años, la demanda se ha incrementado considerablemente y ello ha determinado que los costos se hayan reducido sustancialmente, sobre todo entre los años 1995 y 2005 en que bajaron a menos de la mitad.

e) Plazos de entrega: Seleccionar las de mejores plazos de entrega, sobre todo si hay premura de ejecutar el proyecto. Para lotes relativamente pequeños, hasta algunas decenas, se encuentran en algunos proveedores-representantes en el Perú.

f) Garantías de fabricación: Denominadas también garantías de buen funcionamiento, son aquellas garantías que otorga el fabricante y/o proveedor, por fallas de funcionamiento de la unidad o unidades siempre que sean atribuibles a deficiencias de fabricaciones, cuanto mayor sea el periodo de dichas garantías mejor será la selección. Anotar que estas garantías no responden por dimensionamientos inadecuados o por fallas atribuibles a accionar de terceros, por fenómenos naturales o por siniestros.

g) Normas de fabricaciones y Certificaciones: Observar que los paneles seleccionados sean fabricados bajos normas pre establecidas y que cuenten con certificaciones de entidades reconocidas mundialmente.

Normas de fabricaciones para paneles solares: IEC 61215, etc.

Certificaciones: ISO 9001, ISO 14001, UL (Underbrites Laboratory), TÜV, Berau Veritas, VDE (Verband Der Elektrotechnik), etc.

h) **Seriedad de proveedores:** Asegurarse de que los proveedores sean empresas adecuadamente constituidas y tengan respaldo mediante estados financieros y capitales sociales convenientes además de demostrar que tiene experiencia en el tema y que no es un improvisado. Hay proveedores que intentan vender paneles de una capacidad menor por otra de capacidad mayor, cuyas dimensiones físicas son iguales, para ello sólo les cambian las etiquetas lo que constituya una estafa.

i) **Hurtos de paneles SFV:** Lamentablemente se dan en gran proporción sobre todo en nuestro país, una forma entre otras, para desalentar dichos robos masivos, se recomienda en lo posible trabajar con paneles para 24 V nominales de operación (aplicable solo para sistemas de 24 o 48 Volts), o sea paneles de 72 células en serie, ya que ello será más complicada de ser usado por gente no calificada.

### **3.2 Baterías para uso solar FV:**

Son de fabricación muy especial y lo hacen principalmente países desarrollados así como la China pero de una calidad que está por ser verificada, los criterios de selección son

- **Criterios técnicos:** Tipo, capacidad y ciclado.
- **Criterios comerciales:** Costos, plazos de entrega y garantías de buen funcionamiento.
- **Criterios de calidad:** Normas de fabricaciones y Certificaciones.

a) **Tipo de baterías:** Tiene que ser de fabricación expreso para uso solar, puede ser abiertas de electrolito líquido y resultan más baratas o selladas libres de mantenimiento de electrolito gelizado, recordar que las abiertas, debido a que durante las recargas emanan gases de hidrógeno y oxígeno son potencialmente explosivos, requieren de un ambiente especial y separado, por lo contrario, las de tipo selladas pueden ser instaladas juntamente en la misma sala que los equipos con el solo cuidado de no ocasionar cortocircuitos entre sus terminales.

b) **Capacidad:** Se fabrican desde 50 AH en monoblocs hasta 3000 AH en celdas de 2 Vn. De acuerdo al dimensionamiento, seleccionar aquella que cubra la cantidad de días de autonomía para la demandad calculada, dicha capacidad estará definida para un rango de descarga C100, para un voltaje final por celda de 1.8 Volts y para 25°C de temperatura.

c) **Ciclado:** Es uno de los parámetros fundamentales que denota la calidad de la batería ya que este dato indica el tiempo de vida de la unidad para una cierta profundidad de descarga, debemos referirlo siempre a un DOD del 20%, para capacidades pequeñas hasta



250 o 300 AH se disponen de baterías tipo monobloc y para mayores capacidades deben ser celdas de 2 volts nominales.

Para las monoblock se ofrecen entre 1500 y 2100 ciclos a un 20% DOD.

Para las celdas de 2 Vn, el ciclado está entre 2500 y 4500 ciclos a un 20% DOD.

d) Costos: Los costos de las baterías en general dependen y varían con las subidas y bajadas del plomo. Por otro lado dependen de calidades (ciclados) y de los mismos fabricantes.

e) Plazos de entrega: Considerando que las baterías no deben ser almacenadas por largos periodos porque la auto-descargas sulfatan las placas, un proyecto importante debe exigir baterías a ser fabricadas o de muy reciente fabricación de modo de garantizar que no hayan sufrido ningún grado de sulfatación (envejecimiento).

Son los componentes que tardan más en ser entregados ya que la fabricación toma 8 semanas entre programarlas, meterlas en línea y darles la carga, los transportes internacionales tardan entre 4 semanas si es de Norteamérica o 5 a 6 semanas si es de Europa, los desaduanajes también toman algo de tiempo.

Se pueden encontrar en algunos proveedores-representantes en el Perú, baterías de stock para entrega inmediata de capacidades pequeñas, las tipo monoblock de entre 80 a 200 AH.

f) Garantías de fabricación: Similar al caso de los paneles.

g) Normas de fabricaciones y Certificaciones: Observar que los baterías seleccionadas sean fabricados bajos normas pre establecidas y que cuenten con certificaciones de entidades reconocidas mundialmente.

Normas de fabricaciones para baterías de uso solar FV: IEC 61427, etc.

Certificaciones: ISO 9001, ISO 14001, UL, etc.

### **3.3 Controladores solares FV:**

Las unidades de calidad son de fabricación muy especializada y lo hacen principalmente países desarrollados así como la China pero de una calidad que está por ser verificada, los criterios de selección son:

- Criterios técnicos: Tipo, capacidad, accesorios, facilidades.
- Criterios comerciales: Costos, plazos de entrega y garantías de buen funcionamiento.
- Criterios de calidad: Normas de fabricaciones y Certificaciones.
  - a) Tipo: Debe ser tipo serie, de estado sólido y regulación de carga mediante PWM
  - b) Capacidades: Para el voltaje nominal del sistema, en amperios:

- El lado solar (entrada solar) por lo menos un 15% mayor a la capacidad resultante de la hoja de cálculos debido al consumo propio y que si coloca en cortocircuito los paneles solares.
  - El lado de la carga (salida a la carga) por lo menos 10% mayor al valor resultante de la hoja de cálculo con capacidad de sobrecarga por 5 segundos, de 3 a 4 veces el valor nominal.
  - De muy alta eficiencia
  - Se fabrican los de uso común para electrificación rural y/o doméstico, desde unos amperios, 6/6 hasta 60/60 amperios lado solar y lado de la carga y principalmente en 12 y/o 24 V nominales.
  - Para aplicaciones medianas se fabrican en 24 o 48 V nominales y entradas solares entre 50 a 200 amperios y lados de la carga de entre 30 y 70 amperios.
  - Para aplicaciones muy especiales como en telecomunicaciones los hay en 24 o 48 Volts y hasta 500 Amp lado solar y hasta 100 Amp lado de la carga, algunos con doble salida de carga inclusive
- c) Accesorios:
- Sensor de temperatura de baterías para corrección automática de niveles de regulación de carga, si es con sonda mejor.
  - Sensor de tensión de baterías, para una lectura más exacta de dicha tensión.
  - Display para lecturas de parámetros como son voltajes, corrientes y otros.
  - Leds indicadores de estado y de alarmas.
  - Interruptores manuales para maniobras de pruebas y de mantenimientos.
  - Limitadores de voltajes en las salidas para las cargas, para casos muy especiales.
  - Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
  - Punto de puestas a tierra.
- d) Facilidades y controles adicionales:
- Accesos para ajustes de niveles de tensiones operativas para regulación de recarga, para alarmas locales y remotas, control de carga por estado de carga.
  - Alternativa de controles y monitoreos a través del SOC (estado de carga) que lo calcular utilizando algoritmos propios que son secretos de fábrica.
- e) Plazos de entrega: Son los componentes que tardan menos en ser entregados y generalmente los proveedores-representantes en el Perú tienen de stock los modelos domésticos hasta 50 o 60 amperes de capacidades en 12/24 Volts de selección automática,

Las unidades especiales toman 4 a 5 semanas en entregarse en Perú, las unidades muy especiales de algunos cientos de amperes de capacidades, tardan 8 a 10 semanas en ser entregados.

f) Garantías de fabricación: Similar al caso de los paneles.

g) Normas de fabricaciones y Certificaciones: Observar que los controladores a ser seleccionados sean fabricados bajos normas pre establecidas y que cuenten con certificaciones de entidades reconocidas mundialmente.

Normas de fabricaciones para controladores solares FV: IEC 62093, etc.

Certificaciones: ISO 9001, ISO 14001, UL, etc.

### **3.4 Inversores:**

Las unidades de calidad son de fabricación muy especializada y lo hacen principalmente países desarrollados así como la China pero de una calidad que está por ser verificada, los criterios de selección son:

- Criterios técnicos: Tipo, capacidad, accesorios, facilidades.
  - Criterios comerciales: Costos, plazos de entrega y garantías de buen funcionamiento.
  - Criterios de calidad: Normas de fabricaciones y Certificaciones.
- a) Tipo: Debe ser tipo onda sinusoidal pura con un máximo de 5% de THD (distorsión total de armónicos), la entrada debe corresponder a la tensión DC del sistema solar y la salida debe ser 220 V – 60 Hz.
- b) Capacidades: Se expresa en watts o vatios, existen dos tipos:
- Capacidad permanente: También denominada capacidad nominal, debe ser por lo menos un 25% a un 30 % mayor al resultado que arroja la hoja de cálculo correspondiente (casilla F14), debido a su eficiencia y a que deberá suplir cargas reactivas. Las capacidad que se comercializan son desde 100 o 200 W hasta 4 o 5 KW según fabricantes
  - Capacidad Transitoria: Para poder “arrancar” alguna máquina que posea un motor, debe ser 2.5 a 4 veces la capacidad nominal del inversor para un periodo de por lo menos 5 segundos.
  - De muy alta eficiencia, de 91% a 96% dependiendo de marcas y mejores calidades.
- c) Accesorios, facilidades y controles adicionales:
- Display indicadores de parámetros de corrientes, voltajes y frecuencia.
  - Leds indicadores de estado operativo y de alarmas.
  - Interruptores para encendido-apagado de entrada y de salida.

- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Puntos de puestas a tierra.
- d) Plazos de entrega: Similar a los controladores FV, son componentes que tardan relativamente poco en ser entregados y generalmente los proveedores-representantes en el Perú tienen de stock los modelos de capacidades menores, 200 a 500 watts, Las unidades de mayores capacidades toman 4 a 5 semanas en entregarse en Perú.
- e) Garantías de fabricación: Similar al caso de los paneles.
- f) Normas de fabricaciones y Certificaciones: Observar que los inversores a ser seleccionados deben ser fabricados bajos normas pre establecidas y que cuenten con certificaciones de entidades reconocidas mundialmente.

Normas de fabricaciones para inversores: IEC 62093, etc.

Certificaciones: ISO 9001, ISO 14001, UL, etc

- g) Consideraciones adicionales a tener en cuenta:
  - El máximo error de frecuencia no debe sobrepasar el +/- 0.5%.
  - Facilidades para el montaje mecánico.
  - El rango tolerado para la temperatura ambiente de trabajo.
  - El máximo diámetro de cable que admiten los conectores de entrada.

## CAPITULO IV

### CASOS APLICATIVOS DE SISTEMAS “FV”

#### 4.1. Tres Sistemas Solares Híbridos FV para Estaciones Repetidoras de Comunicaciones:

Son las de Sechura en Piura, Olmos en Lambayeque y Ramada en Ancash, fueron puestos en servicio en Junio del año 2003. Favor de ver Anexo B.

El compromiso fue de realizar los dimensionamientos de cada uno de los tres sistemas (ver hojas de cálculo en Anexo B), suministrar e instalar el total del equipamiento y materiales en la modalidad de Contrato a Suma Alzada (Llave en Mano) con las garantías del caso y en un plazo perentorio susceptible de penalización pecuniaria si no era cumplido.

En el Anexo B, además en las hojas de cálculo se puede ver detalladamente lo siguiente:

- a) Cargas consideradas por el Proyecto (dato del proyectista) en 24 Vdc:

Tabla 4.1 Cargas del proyecto en 24 Vdc

Carga (W)	Estaciones Repetidoras de MO		
	SECHURA	OLMOS	RAMANDA
Equipos de comunicaciones (24 horas por día)	576	576	240
Extractor (24 horas por día)	50	50	50

- Autonomía requerida: 5 días.
  - Factor de diseño de los paneles utilizado de 1.169 (0.855 como cociente)
- b) Equipamiento de los cuatros sistemas SFV, resultado de los dimensionamientos:

Tabla 4.2 Equipamiento resultante de la HC correspondiente

Componentes	Estaciones Repetidoras de MO		
	SECHURA	OLMOS	RAMANDA
Panel SIEMENS SP 75	74	74	42
Controlador Fotovoltaico APC-SES Híbrido –PMC 9700 + 24V 400/40/100	1	1	1

Banco de en 24 Vdc (12 baterías) SONNENSCHHEIN OPzV 2300	2	2	1
Soporte Tubular – Angular- F°G° (Cjto)	1	1	1
Caja PACS4 (paralelado)	2	2	2
KIT de Cables y Accesorios	1	1	1

c) Controlador solar FV seleccionado:

Hacemos una pequeña descripción de este componente por tratarse de una fabricación muy especial y exprofeso para el presente proyecto, un solo modelos para las tres estaciones cuyos diagramas de fuerza y control pueden verse en el Anexo B .

Marca Applied Power PMC9700, fabricado a base de un microprocesador de memoria no volátil para la parte de control y monitoreo tanto local ( display y/o leds ) como remoto a través de un puerto RS 232 para acceso con computadora localmente o a distancia mediante un modem de comunicaciones. Controla el circuito de energía a través de relés de mercurio de desgaste cero (más de 50 años de vida útil).

Tabla 4.3 Datos del controlador FV considerado

MODELO	+24V 400/40/100
Lado Solar (in put)	2 etapas de 4 x 100 A c/u
Lado de Carga	1 x 40 A
Lado Rectificadores	1 x 100 A
Voltaje del Sistema	+ 24 VDC

Poseen sensores de temperatura para reajustes automáticos de los niveles de operación de conexión y desconexión de paneles solares según la temperatura de las baterías, de modo que la batería tenga un mayor tiempo de vida. Niveles ajustables en campo.

Reporta alarmas preventivas (local y remoto) de voltajes inadecuados de baterías (altos o bajos), para tomar las acciones correctivas correspondientes. Niveles ajustables en campo.

Protege al banco de baterías de descargas profundas (LVD) mediante desconexión de la carga. Niveles ajustables en campo.

Regula el voltaje de salida a la carga (Load) entre un  $V_n \pm 5\%$ . Niveles ajustables en campo.

Almacena datos máximos y mínimos de corrientes, voltajes, temperatura y otros, indicando fecha y hora. Niveles ajustables en campo.

Es del tipo Híbrido para arrancar un grupo Electrógeno (GE) para lo que dispone de una entrada de energía (lado de rectificador) y un contacto de control para comando de arranque automático tipo seco (sin tensión). Para la operación debe disponerse que el GE alimente el rectificador cuya salida debe ser de la misma tensión del sistema FV (+24 V para el presente caso) y cuya capacidad sea como máximo igual a la entrada del lado solar, en el presente caso debe ser de 100 Amp máximo ya que la entrada posee un relé de mercurio (Hg) de dicha capacidad. El controlador dispone de una ventana para “ajustar” el nivel a que se desea “arrancar” el GE (el G.E. debe tener la filosofía de operación de comando “DOS CABLES”), obviamente para un bajo estado de carga de las baterías pero cuidando que no sea tan bajo de modo que ante una falla del GE se active una alarma remota a un Centro de Gestión y dé tiempo al personal de mantenimiento para llegar hasta la estación y corregir la falla antes que se active el LVD (desconexión de la carga) que debe estar ajustado en el 20% SOC (22.8 V), para el arranque del GE se recomienda sea en 40% SOC (24.0 V), la alarma se puede “ajustar” en 23.9 V. Cabe indicar que entre que el controlador da la orden de arranque y conecta el rectificador mediante el relé de Hg, hay una temporización ajustable (1 a 8 minutos) que es el tiempo que debe “calentar” el GE antes de tomar carga, además nunca en GE debe arrancar con carga, debe hacerlo en vacío, de igual manera al “parar” el GE también debe hacerlo en vacío. El GE recargará las baterías durante un periodo y cuando el SOC de las baterías esté cerca del 100% se ordenara la parada del GE, previa desconexión de la carga para lo que también se programa una temporización (aproximadamente 56 V).

d) Adicionalmente, en el Anexo B se adjunta material que le fue entregado al cliente, tales como:

- Diagramas eléctricos de principio que incluye la leyenda correspondiente en concordancia con el CNE.
- Láminas de algunos diseños mecánicos de los soportes metálicos para los paneles.
- Seteo de parámetros.
- Fotos de las instalaciones realizadas.

#### **4.2 Cuatro Sistemas Solares FV para estaciones de re-bombeo de Oleoducto de Crudos Pesados (OCP)**

Estos sistemas fueron instalados y puestos en servicio en el 2<sup>do</sup> trimestre del año 2003. Favor de ver Anexo C.

La empresa en que laboro aquí en Perú fue contratada por el constructor del OCP a través de una subcontratista argentina. El compromiso fue de realizar los dimensionamientos de cada uno de los cuatro sistemas lo que puede verse a las hojas de cálculo presentadas en el Anexo C, de donde se deduce lo siguiente:

- a) Cargas consideradas por el Proyecto (datos del proyectista) en 24 Vdc:

Tabla 4.4 Cargas del proyecto correspondiente

CARAGA (KW)	S I T S (Estaciones)			
	XV 20004	XV 20005	XV 20006	XV 20015
PERMANENTE (24 horas por día)	1.05	1.05	0.5	1.05
Temporal (consignado promedio diario)	2.0 x 0.1545 H/DÍA	1.8 x 0.099 H/DÍA	1.8 x 0.099 H/DÍA	2.0 x 0.1134 H/DÍA

- Autonomía requerida de sólo 3.4 días.
  - Factor de diseño de los paneles utilizado es de 1.25 (0.8 como cociente)
- b) Equipamiento de los cuatros sistemas SFV, resultado de los dimensionamientos:

Tabla 4.5 Equipamiento resultante de la HC correspondiente

COMPONENTES	S I T S			
	XV 20004	XV 20005	XV 20006	XV 20015
Panel SIEMENS SP 75	136	136	66	160
Soporte Tubular BIPOSTE – F°G°	6	6	3	7
Caja PACS4 (paralelado)	6	6	3	7
Controlador Fotovoltaico SCOTT APS-SES PMC 9700 480/50+100/24	1	1	0	1
Controlador Fotovoltaico SCOTT APS-SES PMC 9700 240/30+100/24	0	0	1	0
Banco de 12 baterías SONNENSCHHEIN OPzV 2300	2	2	1	2
KIT de Cables y Accesorios	1	1	1	1

- c) Controlador solar FV seleccionado:



Hacemos una pequeña descripción de este componente por tratarse de una fabricación muy especial y exprofeso para el presente proyecto, son dos modelos (dos capacidades distintas) cuyos diagramas de fuerza y control pueden verse en el Anexo C

Marca SCHOTT Applied Power PMC9700, fabricado a base de un microprocesador de memoria no volátil para la parte de control y monitoreo tanto local (display y/o leds ) como remoto a través de un puerto RS 232 para acceso con computadora localmente o a distancia mediante un modem de comunicaciones. Controla el circuito de energía a través de relés de mercurio de desgaste cero (más de 50 años de vida útil).

Tabla 4.6 Datos del controlador FV considerado

MODELO	480/50+100/24	240/30+100/24
Lado Solar (in put)	2 etapas de 4 x 60 A c/u	2 etapas de 2 x 60 A c/u
Lado Cargas Permanentes	1 x 50 A	1 x 30 A
Lado Cargas Transitorias	1 x 100 A	1 x 100 A
Voltaje del Sistema	+ 24 VDC	+ 24 VDC

Poseen sensores de temperatura para reajustes automáticos de los niveles de operación de conexión y desconexión de paneles solares según la temperatura de las baterías, de modo que la batería tenga un mayor tiempo de vida. Niveles ajustables en campo.

Reporta alarmas preventivas (local y remoto) de voltajes inadecuados de baterías (altos o bajos), para tomar las acciones correctivas correspondientes. Niveles ajustables en campo.

Protege al banco de baterías de descargas profundas (LVD) mediante desconexión de la carga. Niveles ajustables en campo.

Regula el voltaje de salida a la carga (Load) entre un  $V_n \pm 5\%$ . Niveles ajustables en campo.

Almacena datos máximos y mínimos de corrientes, voltajes, temperatura y otros, indicando fecha y hora. Niveles ajustables en campo.

Po otro lado, también se tenía el compromiso de realizar toda la ingeniería eléctrica y mecánica de detalle, así como el suministro de las estructuras metálicas de soportes de los paneles, de las baterías, de los cables de interconexiones, para ello se elaboró, presentó y sometió a aprobación lo siguiente:

➤ Elaboración de 36 láminas entre ellas, diagramas eléctricos para cada estación (4), diagramas de soportes de paneles solares, de ubicaciones de paneles solares, de

ubicaciones de bancos de baterías y controladores, detalles de piezados de soporterías, de estructuras de cimentaciones de las soporterías y otros.

➤ Sólo como testimonio de lo indicado en el párrafo anterior, en el Anexo C se adjuntan copias de 6 de los planos/láminas en los que se pueden observar sobretodo que cuentan con un sello de aprobación de parte de los funcionarios de la entidad constructora que es extranjera. Estas 6 láminas se han actualizado considerando el rótulo recomendado de la UNI para estos casos así como que se acompaña de una leyenda que explica los componentes de los diagramas, en concordancia con el CNE.

Adicionalmente adjuntamos otros documentos que se presentó como parte de la ingeniería comprometida y se realizó satisfactoriamente (ver Anexo C).

- Resumen de la Ingeniería aplicada.
- Procedimientos de montaje.
- Procedimientos de supervisión.
- Especificaciones técnicas de los componentes de los sistemas.
- Diagrama de fuerza y control de proveedor de los controladores.
- Cuadro de seteos.
- Curva de operación del limitador de Voltaje que incluye el controlador
- Fotos de las instalaciones realizadas.

#### **4.3 Siete Sistemas Solares para TELECENTROS en la Región Loreto:**

Es un proyecto que está en plena implementación para las localidades indicadas en cuadros de los párrafos siguientes:

El compromiso es realizar los suministros, transportes, instalaciones y puestas en servicio, además de servicios conexos como capacitaciones de personal y mantenimientos preventivos y correctivos.

a) Cargas consideradas por el Proyecto: Ver Anexo D.

Tabla 4.7 Cargas del proyecto correspondiente

Ítem	Equipo	Cant.	Carga (w)	Tiempo (h)	Consumo (Wh)
1.0	Servidor Proy. (PC compatible)	1	200	8	1,600
2.0	Servidor de Video (laptop)	1	60	8	480
3.0	Estaciones de trabajo (laptops)	5	60	8	2,400
4.0	Switch Ethernet	1	60	8	480
5.0	Modem VSAT	1	50	8	400
6.0	Impresora (inyección de tinta)	1	80	4	320

7.0	Lámparas	3	15	4	180
8.0	Scanner	1	80	3	240
	Total Carga TELECNTRO (W)				6,100

- Autonomía requerida de 4 días, autonomía resultante 3.78 días.
  - Factor de diseño de los paneles utilizado de 1.25 (0.8 como cociente)
- b) Equipamiento para los siete sistemas SFV, resultado del dimensionamiento:

Tabla 4.5 Equipamiento resultante de la HC correspondiente

Componentes	CANTIDAD
Panel Kyocera KC85T de 85 Wp	32
Controlador Fotovoltaico Steca Power Tarom 4055 de 48 V – 55/55 Amp	1
Banco de 12 baterías SONNENSCHHEIN OPzV 600	1
Inversor Steca XPC 2200-48 de 1600 W, 48Vdc/220 V – 60 Hz.	1
Soportes y cableado de conexionado - Lote	1

Adicionalmente, en el Anexo D se presenta:

- El diagrama eléctrico de inter-conexionado que incluye la leyenda correspondiente en concordancia con el CNE.
- Fotos de una instalación similar de INTERNET para un colegio, realizado en la localidad de Yutupis, en el Dpto. de Amazonas.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

1. La energía solar es una de las energías renovables del futuro, por ahora con bajas eficiencias y costos relativamente altos, en algunos años, ambos conceptos deben mejorar, por ahora nos permite dar soluciones técnico económicas a necesidades puntuales como son los sistemas de comunicaciones de relativo bajo consumo, los equipos de maniobras y control en DC de las hidroeléctricas, para centros de comunicaciones con internet, pequeños bombeos de agua y de manera especial para Electrificaciones Rural en localidades donde no haya otra forma de obtener energía permanente y relativamente barata, permitiendo llevar progreso y una mejor forma de vida.
2. El método de dimensionamiento y selección de componentes descrito de una manera clara y sencilla en el presente trabajo, permitirá mejorar la utilización de estos sistemas FV y seguir promocionándolos dentro de nuestra patria que es uno de los países mejor privilegiado con un alto índice de irradiación solar.
3. Los sistemas FV generalmente son in-atendidos (stand alone) por estar ubicados en lugares muy remotos donde generalmente no hay personal calificado, ello exige una alta confiabilidad del sistema que solo se dará con un adecuado dimensionamiento.
4. Es un dimensionamiento pronostica cómo funcionará cada sistema y ello dependerá realmente de parámetros muy susceptibles de variaciones y que son los siguientes:
  - El consumo (no debe incrementarse según lo diseñado).
  - Dependencia climatológica (falta de sol, por ello las autonomías recomendadas).
  - Factores de corrección de valores asumidos.
5. Consideramos que el presente trabajo es una forma práctica y confiable de realizar los dimensionamientos de los sistemas FV, por ello recomendamos que debe difundirse por los sectores técnicos que manejan este tipo de sistemas.
6. El tema es mucho más amplio y por supuesto tiene muchos segmentos que se pueden discutir y mejorar.

## **ANEXOS**

## ANEXO B: Tres Sistemas Solares Híbridos FV para Estaciones Repetidoras de Comunicaciones, SECHURA – OLMOS (PIURA – Lambayeque)

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>								
2	Usuario:	ER MO Sechura - Olmos							
3	Un (01) sistema solar para 576 W x 24 hr + 50 W x 24 hr						5 días Autonom.		
4	Localidad :	SECHURA - OLMOS (Zorritos)			Latitud: 3.67 SUR	Longitud: 80.67 OESTE			
5	Voltaje del Sistema :	24 Voltios		26.083 Amps x 24		Hrs			
6	Consumo total	=	15,023.81 Wh/día	625.99 Watts					
7	Consumo FV	=	15,024 Wh/día	26.08 Amps					
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	AH / día	
9	Cargas		Consumo (w)	Hrs/día	Eq. Comunicaciones 576 W	24.000	24.00	576.00	
10	PCs		625.99	24	Extractor 50 W	2.083	24.00	49.99	
11	Consumo Prom.	625.99	AH/DIA						
12	Corr.de carga	26.08	Amp.						
13	Horas de sol promedio	0.00			TOTAL AH/d			625.99	
14						Watts Totales:	625.992	Amp Laad	26.08
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>				
16	<b>PANELES</b>				<b>Autonomía especificada (días)</b>				
17	Cantidad de paneles				<b>para el consumo total</b>				
18	Serie	2		<b>Capacidad mínima (AH) @ +25°C</b>				3912.5	
19	Paralelo	37		Bat. Seleccionadas: <b>Sonnenschein(Alemana)</b>					
20	Total	74		Modelo <b>OPzV2300</b>				2300	
21	Corriente a potencia máx.			Voltios				2	
22	Panel de 75 Wp	4.4		Capacidad				4600	
23	Potencia total (Wp)	5,550.00		<b>Auton.result. días</b>				5.88	
24	Amp Generador solar	162.8		Cantidad de baterías					
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie: 12 Paralelo: 2				
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total: <b>24</b>					
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/ m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GE- NERADO N= 0.855	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes	
30	ENERO	5.03	0.923	4.64	646.23	625.99	1.032	100%	
31	FEBRERO	5.53	0.963	5.33	741.26	625.99	1.184	100%	
32	MARZO	5.08	0.993	5.04	702.16	625.99	1.122	100%	
33	ABRIL	5.42	1.045	5.66	788.38	625.99	1.259	100%	
34	MAYO	5.25	1.048	5.50	765.85	625.99	1.223	100%	
35	JUNIO	5.11	1.123	5.74	798.77	625.99	1.276	100%	
36	JULIO	4.75	1.113	5.29	735.88	625.99	1.176	100%	
37	AGOSTO	4.25	1.068	4.54	631.80	625.99	1.009	100%	
38	SETIEMBRE	4.56	1.015	4.63	644.25	625.99	1.029	100%	
39	OCTUBRE	5.11	0.963	4.92	684.96	625.99	1.094	100%	
40	NOVIEMBRE	5.42	0.923	5.00	696.34	625.99	1.112	100%	
41	DICIEMBRE	5.33	0.913	4.87	677.36	625.99	1.082	100%	
42	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.07</b>		<b>5.10</b>					
43	Equipamiento:	a) Paneles:	74 Panel de 75 Wp						
44		b) Baterías:	24 OPzV2300						
45		c) Lado solar:	162.8 Amp.	Lado carga:	26.08 Amp.				

## **ANEXOS**

## ANEXO A: HOJA DE CÁLCULO - MODELO.

A	B	C	D	E	F	G	H	
1	<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>							
2	Usuario:	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx						
3	<b>Un (01) sistema solar para 430 W x 8 hr + 95 W x 4 Hr + 80 W x 3 hr</b>					<b>5 días Autonm.</b>		
4	Localidad :	<b>AMAZONAS (Guayabamba)</b>		Latitud:	3.75 SUR Longitud: 73.23 OESTE			
5	Voltaje del Sistema :	48 Voltios		3.525 Amps x 24		Hrs		
6	Consumo total =	4,060.64 Wh/dia		169.19 Watts				
7	Consumo FV =	4,061 Wh/dia		3.52 Amps				
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	
9	Cargas	Consumo (w)	Hrs/día	Servidores, VSAT, Laptops, Ethernet, Ests.Trabajo	8.958	8.00	71.67	
10	PCs	169.19	24	Iluminación,	1.980	4.00	7.92	
11	Consumo Prom.	84.60	AH/DIA	Scanner	1.670	3.00	5.01	
12	Corr.de carga	3.52	Amp.					
13	Horas de sol promedio	0.00		<b>TOTAL AH/d</b>			<b>84.60</b>	
14					Watts Totales:	605.2	<b>Amp Laad 12.61</b>	
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>			
16	<b>PANELES</b>				<b>Autonomía especificada (días) 5</b>			
17	Cantidad de paneles			<b>para el consumo total</b>				
18	Serie	4		Capacidad mínima (AH) @ +25°C 528.7				
19	Paralelo	6		Bat. Seleccionadas: <b>Sonnenschein(Alemana)</b>				
20	Total	24		Modelo	<b>OPzV600</b>	600		
21	Corriente a potencia máx.			Voltios		2		
22	Panel de 85 Wp	5.02		Capacidad	AH 600			
23	Potencia total (Wp)	2,040.00		<b>Auton.result. días</b>	<b>5.67</b>			
24	Amp Generador solar	30.12		Cantidad de baterías				
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie:	24	Paralelo: 1	
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total:	24			
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/ m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GENERADO N= 0.8	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes
28	ENERO	4.44	0.923	4.10	98.75	84.60	1.167	100%
29	FEBRERO	4.22	0.963	4.06	97.92	84.60	1.158	100%
30	MARZO	4.25	0.993	4.22	101.69	84.60	1.202	100%
31	ABRIL	4.36	1.045	4.56	109.79	84.60	1.298	100%
32	MAYO	4.28	1.048	4.49	108.08	84.60	1.278	100%
33	JUNIO	4.14	1.123	4.65	112.03	84.60	1.324	100%
34	JULIO	4.36	1.113	4.85	116.93	84.60	1.382	100%
35	AGOSTO	4.64	1.068	4.96	119.41	84.60	1.412	100%
36	SETIEMBRE	4.25	1.015	4.31	103.94	84.60	1.229	100%
37	OCTUBRE	4.33	0.963	4.17	100.48	84.60	1.188	100%
38	NOVIEMBRE	4.78	0.923	4.41	106.31	84.60	1.257	100%
39	DICIEMBRE	5.22	0.913	4.77	114.84	84.60	1.357	100%
40	<b>PROMEDIO</b>	<b>4.44</b>		<b>4.46</b>				
41	Equipamiento:	a) Paneles: 24 Panel de 85 Wp						
42		b) Baterías: 24 OPzV600						
43		c) Lado solar: 30.12 Amp.		Lado carga: 12.61 Amp.				

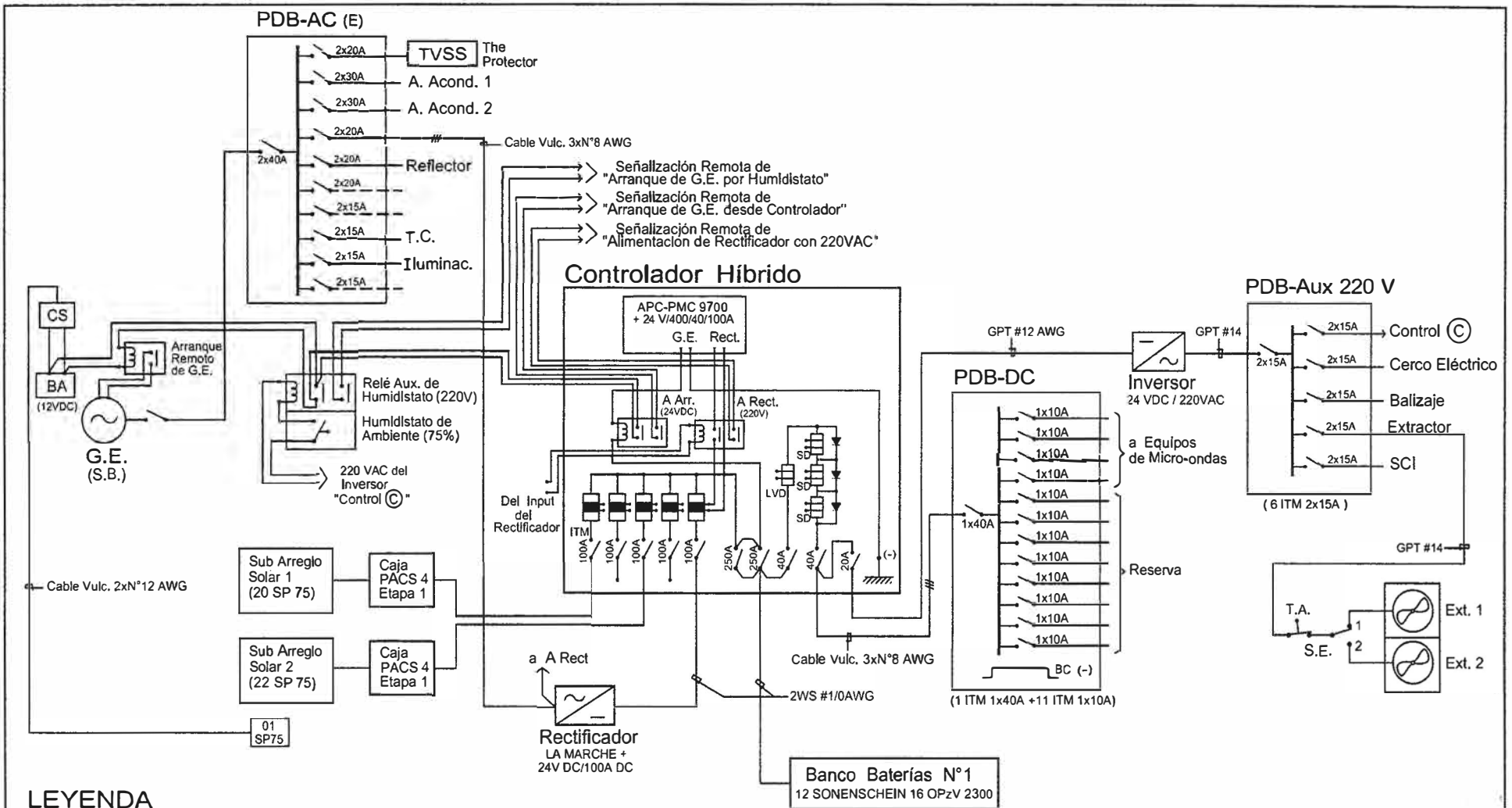


## ANEXO B: Siete Sistemas Solares Híbridos FV para Estaciones Repetidoras de Comunicaciones, SECHURA – OLMOS (PIURA – Lambayeque)

A	B	C	D	E	F	G	H	
<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>								
2	Usuario:	ER MO Sechura - Olmos						
3	Un (01) sistema solar para 576 W x 24 hr + 50 W x 24 hr						<b>5 días Autonom.</b>	
4	Localidad :	SECHURA - OLMOS (Zorritos)		Latitud: 3.67 SUR	Longitud: 80.67 OESTE			
5	Voltaje del Sistema :	24 Voltios		26.083 Amps x 24		Hrs		
6	Consumo total	=	15,023.81 Wh/día	625.99 Watts				
7	Consumo FV	=	15,024 Wh/día	26.08 Amps				
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	AH / día
9	Cargas		Consumo (w)	Hrs/día	Eq. Comunicaciones 576 W	24.000	24.00	576.00
10	PCs		625.99	24	Extractor 50 W	2.083	24.00	49.99
11	Consumo Prom.	625.99	AH/DIA					
12	Corr.de carga	26.08	Amp.					
13	Horas de sol promedio	0.00		TOTAL AH/d				<b>625.99</b>
14	Watts Totales:					625.992	Amp Laad	26.08
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>			
16	<b>PANELES</b>				Autonomía especificada (días) <b>5</b>			
17	Cantidad de paneles				para el consumo total			
18	Serie	2		Capacidad mínima (AH) @ +25°C				3912.5
19	Paralelo	37		Bat. Seleccionadas: <b>Sonnenschein(Alemana)</b>				
20	Total	74		Modelo <b>OPzV2300</b>				2300
21	Corriente a potencia máx.			Voltios				2
22	Panel de 75 Wp	4.4		Capacidad				4600
23	Potencia total (Wp)	5,550.00		<b>Auton.result. días</b>				<b>5.88</b>
24	Amp Generador solar	162.8		Cantidad de baterías				
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie: 12 Paralelo: 2			
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total: <b>24</b>				
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/ m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GENERADO N= 0.855	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes
30	ENERO	5.03	0.923	4.64	646.23	625.99	1.032	100%
31	FEBRERO	5.53	0.963	5.33	741.26	625.99	1.184	100%
32	MARZO	5.08	0.993	5.04	702.16	625.99	1.122	100%
33	ABRIL	5.42	1.045	5.66	788.38	625.99	1.259	100%
34	MAYO	5.25	1.048	5.50	765.85	625.99	1.223	100%
35	JUNIO	5.11	1.123	5.74	798.77	625.99	1.276	100%
36	JULIO	4.75	1.113	5.29	735.88	625.99	1.176	100%
37	AGOSTO	4.25	1.068	<b>4.54</b>	631.80	625.99	<b>1.009</b>	100%
38	SETIEMBRE	4.56	1.015	4.63	644.25	625.99	1.029	100%
39	OCTUBRE	5.11	0.963	4.92	684.96	625.99	1.094	100%
40	NOVIEMBRE	5.42	0.923	5.00	696.34	625.99	1.112	100%
41	DICIEMBRE	5.33	0.913	4.87	677.36	625.99	1.082	100%
42	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.07</b>		<b>5.10</b>				
43	Equipamiento:	a) Paneles:	74 Panel de 75 Wp					
44		b) Baterías:	24 OPzV2300					
45		c) Lado solar:	162.8 Amp.	Lado carga:	26.08 Amp			


## ERMO RAMADA (Ancash)

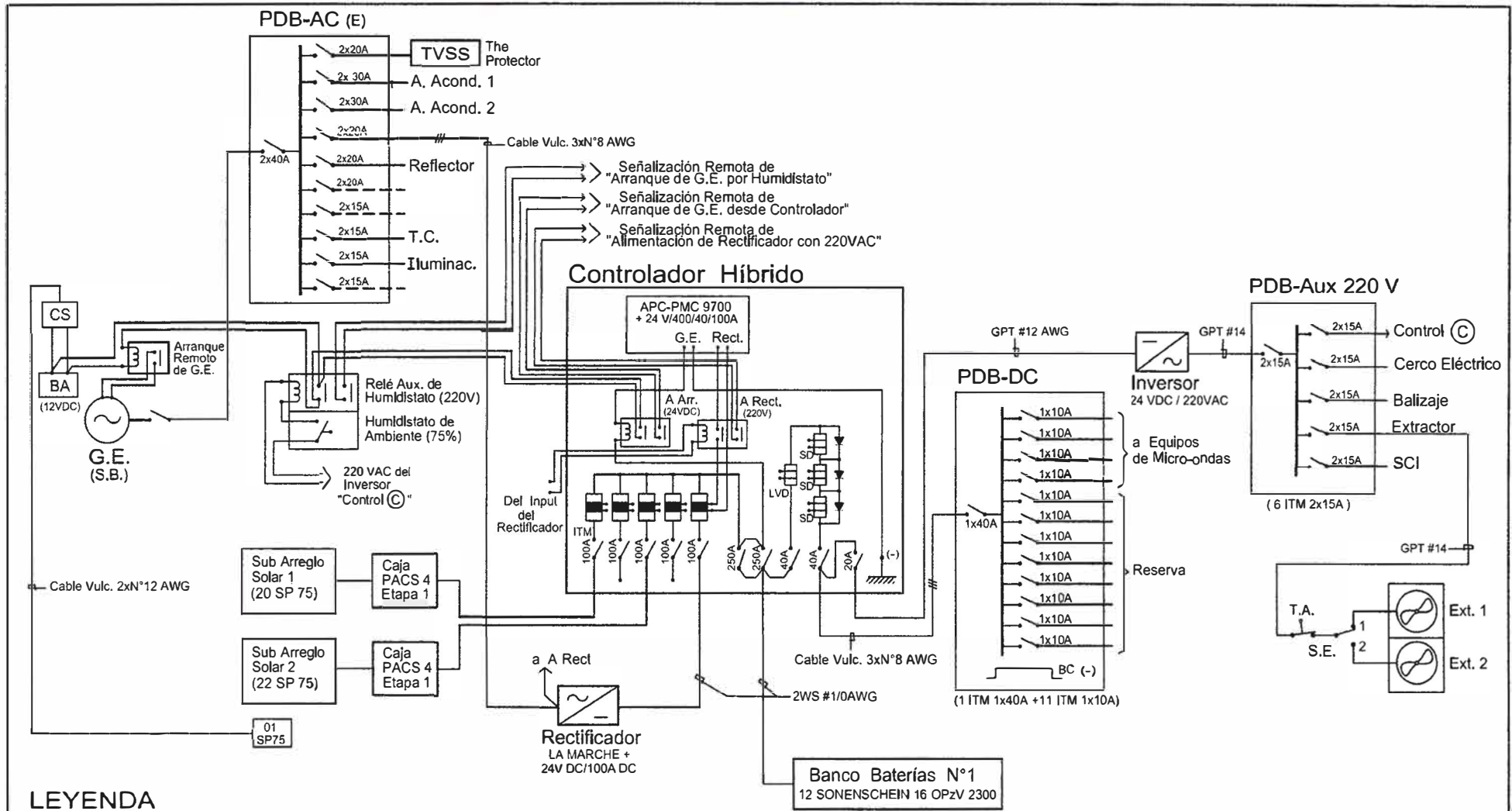
A	B	C	D	E	F	G	H	
<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>								
2	Usuario:	ER MO Ramada						
3	Un (01) sistema solar para 240 W x 24 hr + 50 W x 24 hr						5 días Autonom.	
4	Localidad :	RAMADA (90% San Jacinto)		Latitud: 9.17 SUR Longitud: 78.32 OESTE				
5	Voltaje del Sistema :	24 Voltios		12.083 Amps x 24		Hrs		
6	Consumo total =	6,959.81 Wh/dia		289.99 Watts				
7	Consumo FV =	6,960 Wh/dia		12.08 Amps				
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	
9	Cargas	Consumo (w)	Hrs/día	Eq. Comunicaciones 240 W	10.000	24.00	240.00	
10	PCs	289.99	24	Extractor 50 W	2.083	24.00	49.99	
11	Consumo Prom.	289.99	AH/DIA					
12	Corr.de carga	12.08	Amp.					
13	Horas de sol promedio	0.00		TOTAL AH/d			289.99	
14					Watts Totales:	289.992	Amp Laad	12.08
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>			
16	<b>PANELES</b>				<b>Autonomía especificada (días)</b> 5			
17	Cantidad de paneles				<b>para el consumo total</b>			
18	Serie	2		Capacidad mínima (AH) @ +25°C				1812.5
19	Paralelo	21		Bat. Seleccionadas: Sonnenschein(Alemana)				
20	Total	42		Modelo <b>OPzV2300</b>				2300
21	Corriente a potencia máx.			Voltios				2
22	Panel de 75 Wp	4.4		Capacidad				AH 2300
23	Potencia total (Wp)	3,150.00		<b>Auton.result. días</b>				6.35
24	Amp Generador solar	92.4		Cantidad de baterías				
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie: 12 Paralelo: 1			
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total: <b>12</b>				
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/ m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GENERADO N= 0.855	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes
30	ENERO	4.56	0.923	4.21	332.51	289.99	1.147	100%
31	FEBRERO	3.90	0.963	3.76	296.71	289.99	1.023	100%
32	MARZO	4.66	0.993	4.63	365.57	289.99	1.261	100%
33	ABRIL	4.45	1.045	4.65	367.38	289.99	1.267	100%
34	MAYO	4.28	1.048	4.49	354.36	289.99	1.222	100%
35	JUNIO	3.60	1.123	4.04	319.39	289.99	1.101	100%
36	JULIO	3.90	1.113	4.34	342.92	289.99	1.183	100%
37	AGOSTO	4.05	1.068	4.33	341.72	289.99	1.178	100%
38	SETIEMBRE	4.48	1.015	4.55	359.24	289.99	1.239	100%
39	OCTUBRE	5.15	0.963	4.96	391.81	289.99	1.351	100%
40	NOVIEMBRE	5.25	0.923	4.85	382.82	289.99	1.320	100%
41	DICIEMBRE	5.25	0.913	4.79	378.68	289.99	1.306	100%
42	<b>PROMEDIO</b>	4.46		4.47				
43	Equipamiento:	a) Paneles:		42 Panel de 75 Wp				
44		b) Baterías:		12 OPzV2300				
45		c) Lado solar:		92.4 Amp.	Lado carga:		12.08 Amp.	



**LEYENDA**


BA : Batería de Arranque	A Arr : Relé Auxiliar Arranque G.E.
CS : Controlador Solar	A Rect: Relé Auxiliar Arranque G.E.
ITM : Interruptor Termomagnético	: Bobina de Relé Auxiliar
E1 / E2 : Etapa 1 / Etapa 2	: Contacto Auxiliar de Relé
(E) : Existente	: Relé de Mercurio (MDR) 40A
G.E.(SB) : Grupo Electróg. en Stand By	: Relé de Mercurio (MDR) 100A
BC : Barra Común	: Diodo
SE : Selector Extractor	LVD : Desconexión por bajo Voltaje de Batería
Ext.1 / 2: Extractor 1 / 2	SD : Regulador de Voltaje a la Carga
T.A. : Termostato de Ambiente	
--- : Línea de Mandos	

 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</p>		
PROYECTO: <b>BELL SOUTH</b> <b>SISTEMA SOLAR HIBRIDO - DIAGRAMA DE PRINCIPIO FINAL</b> REP : RAMADA		PLANO N°: <b>D-02-R1</b>
BACHILLER: <b>JAFETT VERGARA PRADO</b>	FECHA: <b>JUNIO DEL 2009</b>	DISTRITO:
ASESOR: <b>ING. TOMAS PALMA GARCIA</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	PROVINCIA:
	DIBUJO: <b>J. VITOR</b>	FORMATO: <b>A-3</b>

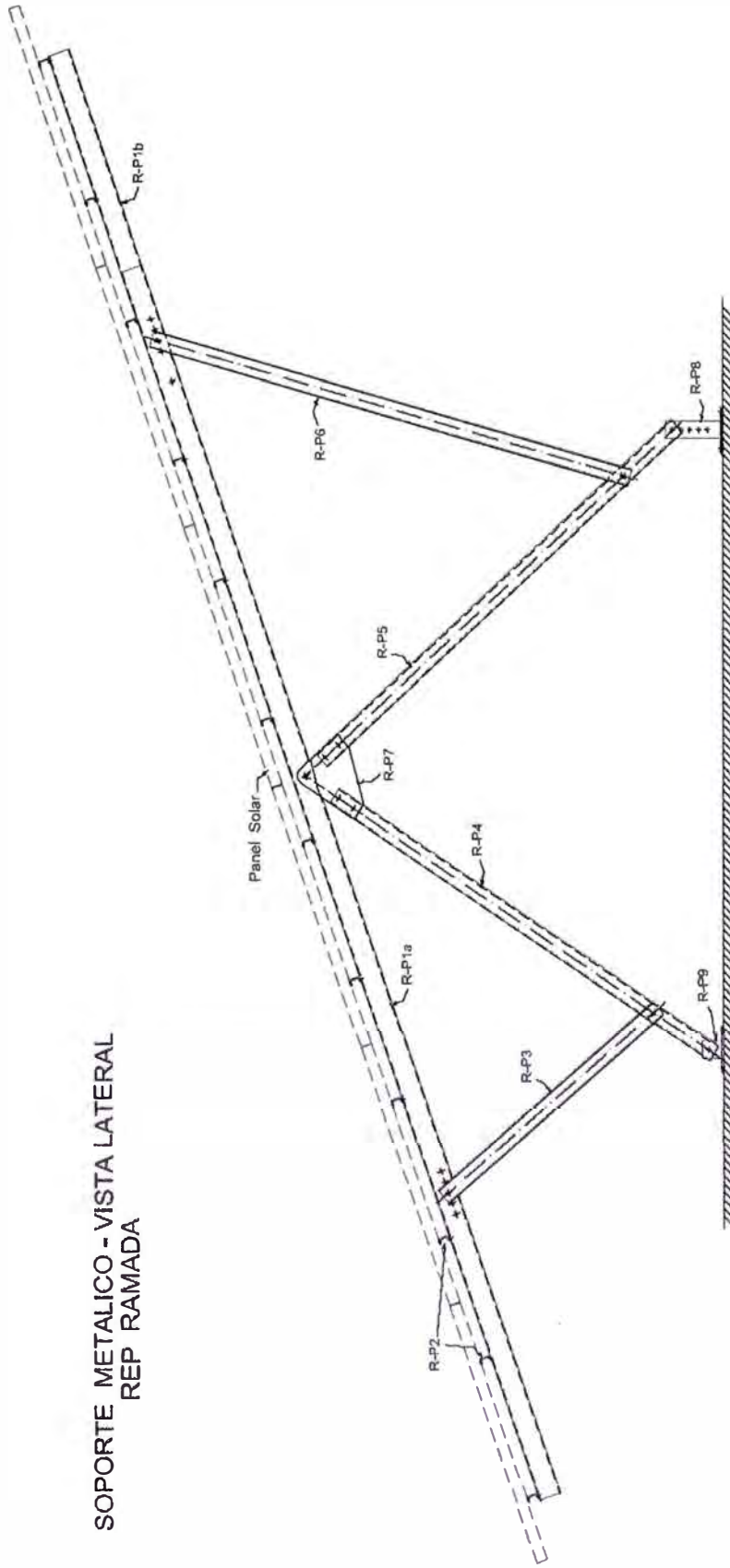


### LEYENDA

BA : Batería de Arranque	A Arr : Relé Auxiliar Arranque G.E.
CS : Controlador Solar	A Rect: Relé Auxiliar Arranque G.E.
ITM : Interruptor Termomagnético	: Bobina de Relé Auxiliar
E1 / E2 : Etapa 1 / Etapa 2	: Contacto Auxiliar de Relé
(E) : Existente	: Relé de Mercurio (MDR) 40A
G.E.(SB) : Grupo Electróg. en Stand By	: Relé de Mercurio (MDR) 100A
BC : Barra Común	: Diodo
SE : Selector Extractor	LVD : Desconexión por bajo Voltaje de Batería
Ext.1 / 2 : Extractor 1 / 2	SD : Regulador de Voltaje a la Carga
T.A. : Termostato de Ambiente	
--- : Línea de Mandos	

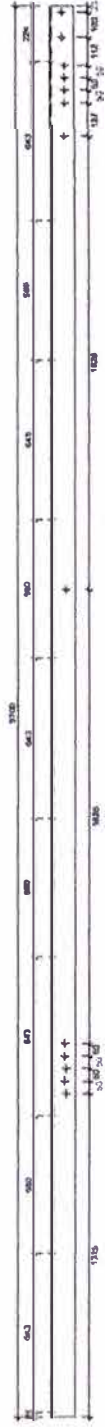
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
PROYECTO: <b>BELL SOUTH</b> <b>SISTEMA SOLAR HIBRIDO - DIAGRAMA DE PRINCIPIO FINAL</b> REP : RAMADA		PLANO N°: <b>D-03-R1</b>
BACHILLER: <b>JAFETT VERGARA PRADO</b>	FECHA: <b>JUNIO DEL 2009</b>	DISTRITO:
ASESOR: <b>ING. TOMAS PALMA GARCIA</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	PROVINCIA:
DIBUJÓ: <b>J. VITOR</b>	FORMATO: <b>A-3</b>	

SOPORTE METALICO - VISTA LATERAL  
REP RAMADA



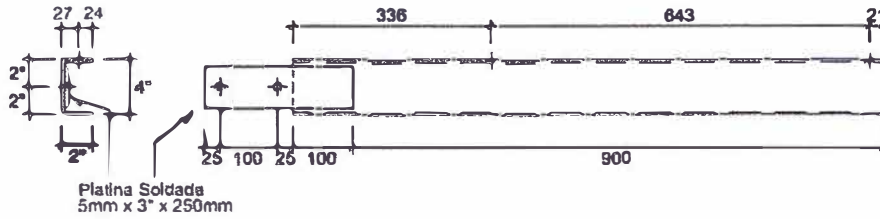
VISTA LATERAL  
ESC. 1/20

R-P1a : Canal "U" de 4" x 2" x 3mm x 5.700mm : 02 Paresjas  
ESC. 1/20



**R-P1b : Canal "U" de 4" x 2" x 3mm x —mm : 2 Parejas**

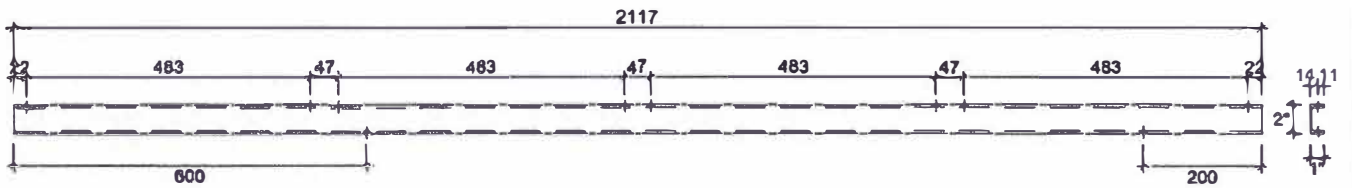
ESC. 1 / 12.5



Todos los  
Øs 5/8"

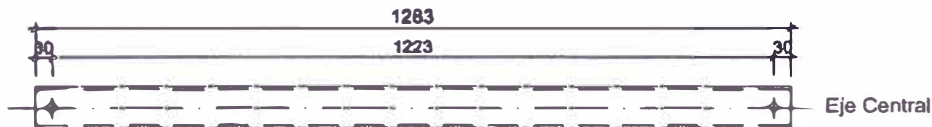
**R-P2 : Canal "U" de 2" x 1" x 3mm x 2,117mm : 24 Unidades**

ESC. 1 / 12.5



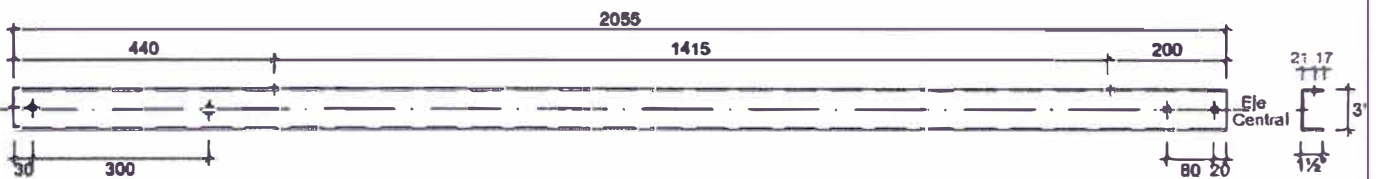
**R-P3 : Canal "U" de 3" x 1½" x 3mm x 1,283mm : 02 Parejas**

ESC. 1 / 12.5



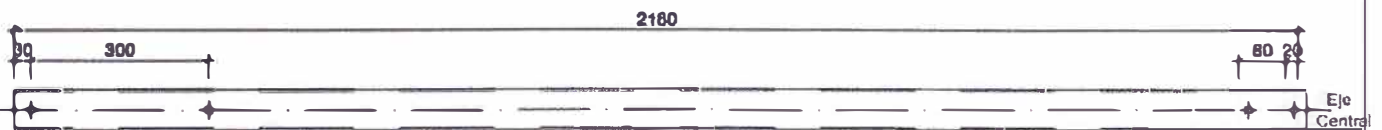
**R-P4 : Canal "U" de 3" x 1½" x 3mm x 2,055mm : 02 Parejas**

ESC. 1 / 12.5



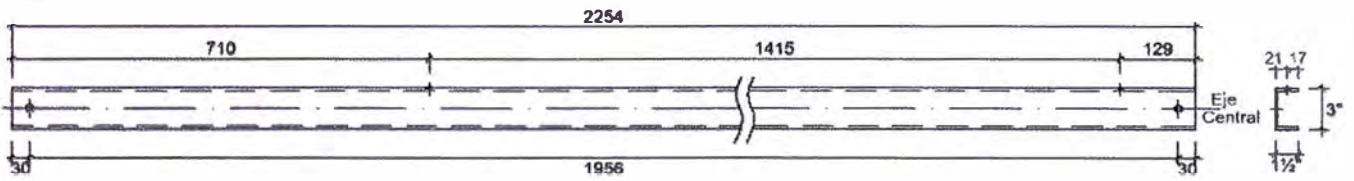
**R-P5 : Canal "U" de 3" x 1½" x 3mm x 2,180mm : 02 Parejas**

ESC. 1 / 12.5



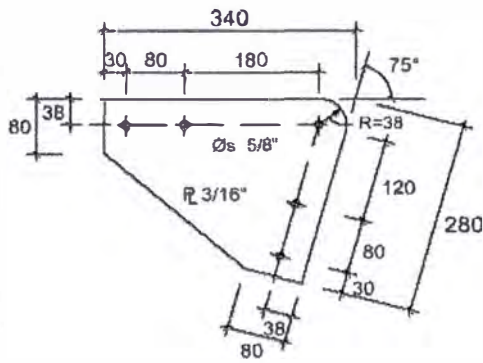
**R-P6 : Canal "U" de 3" x 1½" x 3mm x 2,254mm : 02 Parejas**

ESC. 1 / 12,5



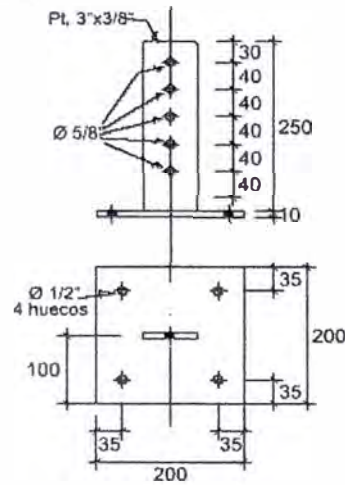
**R-P7 : 04 Unidades**

ESC. 1 / 10



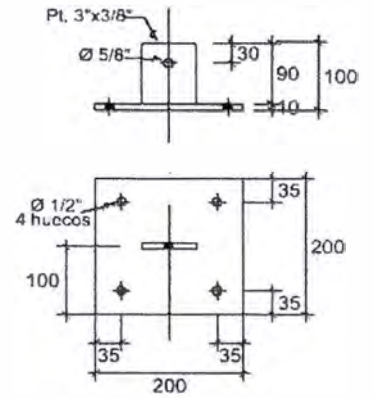
**R-P8 : 04 Unidades**

ESC. 1 / 10



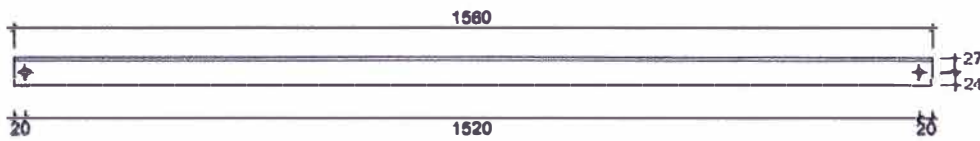
**R-P9 : 08 Unidades**

ESC. 1 / 10



**R-PA : Angulo de 2" x 1/8" x 1,560mm : 04 Unidades**

ESC. 1 / 12,5



BELLSOUTH S.A.

CIME COMERCIAL S.A.

**CONTROLADOR APC - SES HÍBRIDO CON TARJETA  
MPR 9400 EN + 24 VDC  
(REP DE OLMOS Y SECHURA)**

**PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO**

**FECHA:**

**ESTACIÓN:**

**Tipo de Prueba:**  **EN VACÍO**  **CON CARGA**

**SETEO DE PARÁMETROS FUNDAMENTALES**

**Nivel 2:**  **OK**

202	Set	Manual	Equalize	<input type="checkbox"/>
	Disable			

203	N.O. Mode	T On	hh.mm	<input type="checkbox"/>
	Off at Night		06:00	

204	N.O.	T Off	hh.mm	<input type="checkbox"/>
			18:00	

**Nivel 3:**

301	Gen Mode	Rec	Mode	<input type="checkbox"/>
	Auto			

302	ACD	Start	End	<input type="checkbox"/>
		3.00	3.00	

303	LoadReg	High V	Low V	<input type="checkbox"/>
	Enable	26.40	22.95	

304	HVD	Disc.	Rec.	<input type="checkbox"/>
	Pulse	28.80	26.50	

305	LVD	Disc.	Rec.	<input type="checkbox"/>
	Enable	22.80	25.10	

304	HVD2	V High	V. Low	<input type="checkbox"/>
	Pulse	28.20	26.25	

307	GEN	V On	V. Off	<input type="checkbox"/>
		24.00	27.00	

307	GEN	Wait hr	Run min	<input type="checkbox"/>
		168	30	

**OK**

309	LVA	V On	V. Off	<input type="checkbox"/>
		23.50	25.50	

310	HVA	V On	V. Off	<input type="checkbox"/>
		30.00	28.80	

311	Bat Temp Co	High	Low	<input type="checkbox"/>
	mv/C Spec	-120	0	

312 : Disabled

313 : No tocar

314 : Capac. del Banco de Baterías

4600 AH	<input type="checkbox"/>
2300 AH	<input type="checkbox"/>

**NOTAS:**

1.- Los "valores" indicados, son los más adecuados para un sistema en + 24 VDC, los decimales pueden tener una ligera variación

**Firmas:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





Foto B-1: ER SECHURA: Paneles Solares – Vista delantera



Foto B-2: ER SECHURA: Paneles Solares – Vista posterior



Foto B-3: ER RAMADA: 1 B. Baterías; 2 Controlador cerrado; 3 Inversor

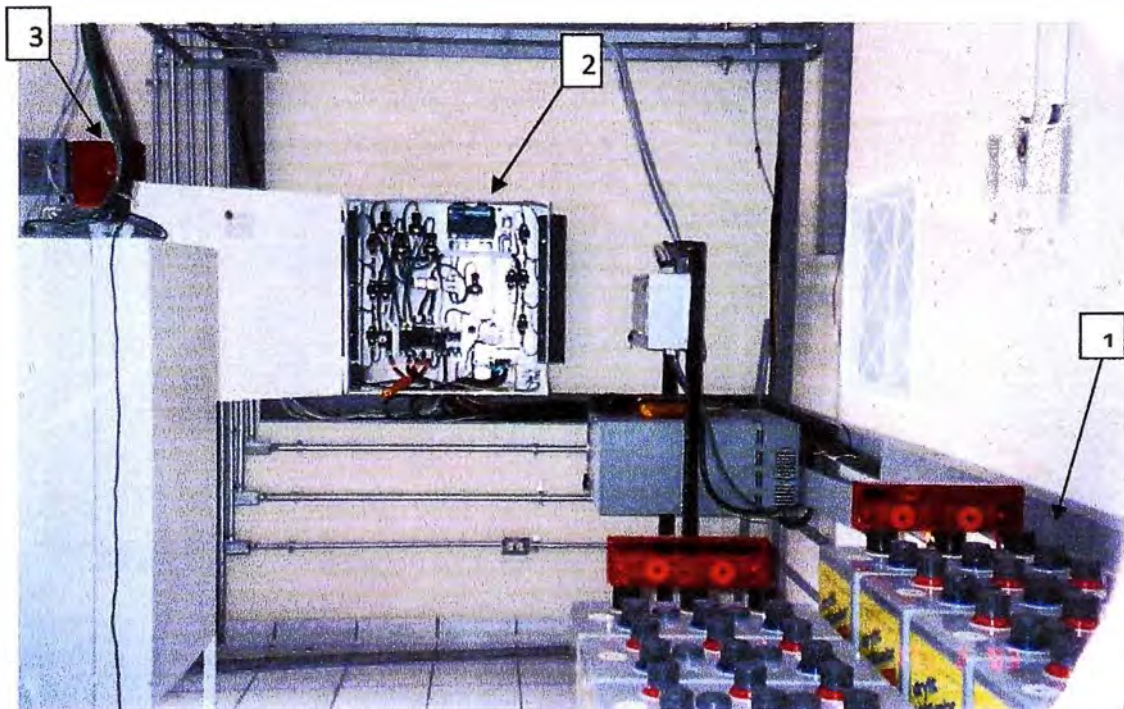


Foto B-4: ER SECHURA: 1 B. Baterías; 2 Controlador abierto; 3 Inversor

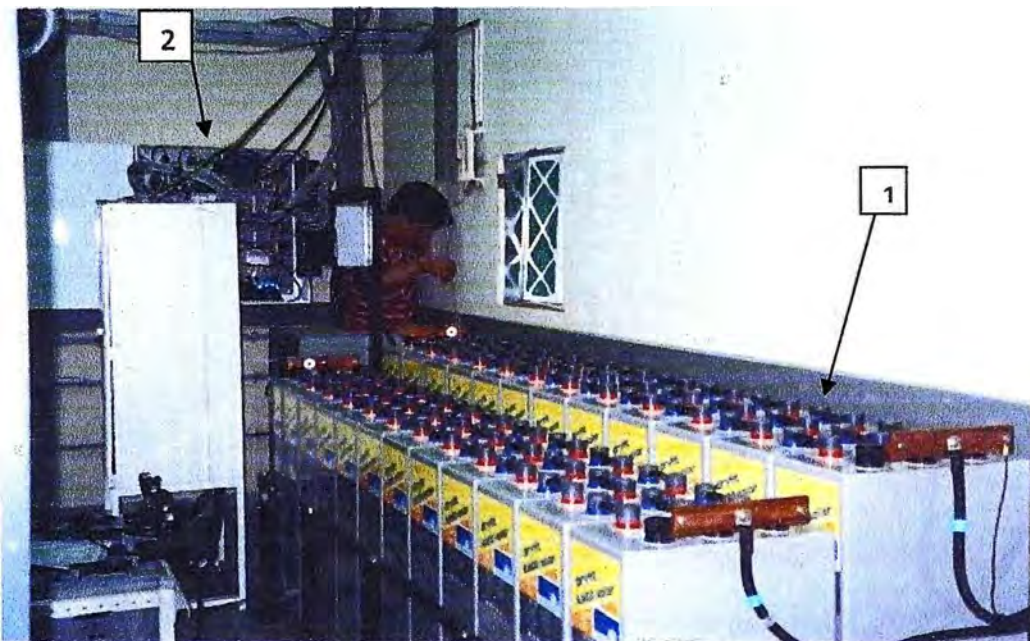


Foto B-5: ER OLMOS: 1 B. Baterías; 2 Controlador abierto



Foto B-6: ER OLMOS: Paneles Solares



Foto B-7: ER RAMADA: Paneles Solares – Vista delantera

## ANEXO C: Cuatro Sistemas Solares FV para Estaciones de Re-Bombeo de Oleoducto de Crudos Pesados de Ecuador: Estación 20004

A	B	C	D	E	F	G	H	
1	<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>							
2	Usuario:	OLEODUCTO ECUADOR - Estación 20004						
3	Un (01) sistema solar para 1.05 KW x 24 hr+ 2.0 KW x 0.1545 hr				<b>3.4 días Autonom.</b>			
4	Localidad:	NAQUITO (Ecuador)		Latitud: 0.13 SUR Longitud: 78.48 OESTE				
5	Voltaje del Sistema:	24 Voltios		44.286 Amps x 24		Hrs		
6	Consumo total	=	25,508.99 Wh/día	1,062.87 Watts				
7	Consumo FV	=	25,509 Wh/día	44.29 Amps				
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	AH / día
9	Cargas		Consumo (w)	Hrs/día	Permanente	43.750	24.00	1050.00
10	PCs		1062.87	24	Temporal	83.330	0.15	12.87
11	Consumo Prom.	1062.87	AH/DIA					
12	Corr.de carga	44.29	Amp.					
13	Horas de sol promedio	0.00			TOTAL AH/d			<b>1062.87</b>
14					Watts Totales:	3049.92	Amp Load	<b>127.08</b>
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>			
16	<b>PANELES</b>				<b>Autonomía especificada (días)</b> <b>3.4</b>			
17	Cantidad de paneles			<b>para el consumo total</b>				
18	Serie	2		<b>Capacidad mínima (AH) @ +25°C</b> <b>4517.2</b>				
19	Paralelo	68		Bat. Seleccionadas: <b>Sonnenschein (Alemana)</b>				
20	Total	<b>136</b>		Modelo <b>OPzV2300</b> <b>2300</b>				
21	Corriente a potencia máx.			Voltios <b>2</b>				
22	Panel de 75 Wp	4.4		Capacidad <b>4600</b>				
23	Potencia total (Wp)	11,560.00		<b>Auton.result. días</b> <b>3.46</b>				
24	Amp Generador solar	299.2		Cantidad de baterías				
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie: 12 Paralelo: 2			
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total: <b>24</b>				
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GENERADO N= 0.8	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes
30	ENERO	4.94	0.923	4.56	1091.39	1062.87	1.027	100%
31	FEBRERO	4.64	0.963	4.47	1069.54	1062.87	<b>1.006</b>	100%
32	MARZO	4.78	0.993	4.75	1136.13	1062.87	1.069	100%
33	ABRIL	4.53	1.045	4.73	1133.09	1062.87	1.066	100%
34	MAYO	4.83	1.048	5.06	1211.60	1062.87	1.140	100%
35	JUNIO	4.69	1.123	5.27	1260.68	1062.87	1.186	100%
36	JULIO	5.53	1.113	6.15	1473.23	1062.87	1.386	100%
37	AGOSTO	5.47	1.068	5.84	1398.33	1062.87	1.316	100%
38	SEPTIEMBRE	4.89	1.015	4.96	1188.03	1062.87	1.118	100%
39	OCTUBRE	5.25	0.963	5.06	1210.14	1062.87	1.139	100%
40	NOVIEMBRE	5.14	0.923	4.74	1135.58	1062.87	1.068	100%
41	DICIEMBRE	5.14	0.913	4.69	1123.27	1062.87	1.057	100%
42	<b>PROMEDIO</b>	<b>4.99</b>		<b>5.02</b>				
43	Equipamiento:	a) Paneles: <b>136 Panel de 75 Wp</b>						
44		b) Baterías: <b>24 OPzV2300</b>						
45		c) Lado solar: <b>299.2 Amp.</b>		Lado carga: <b>127.08 Amp.</b>				

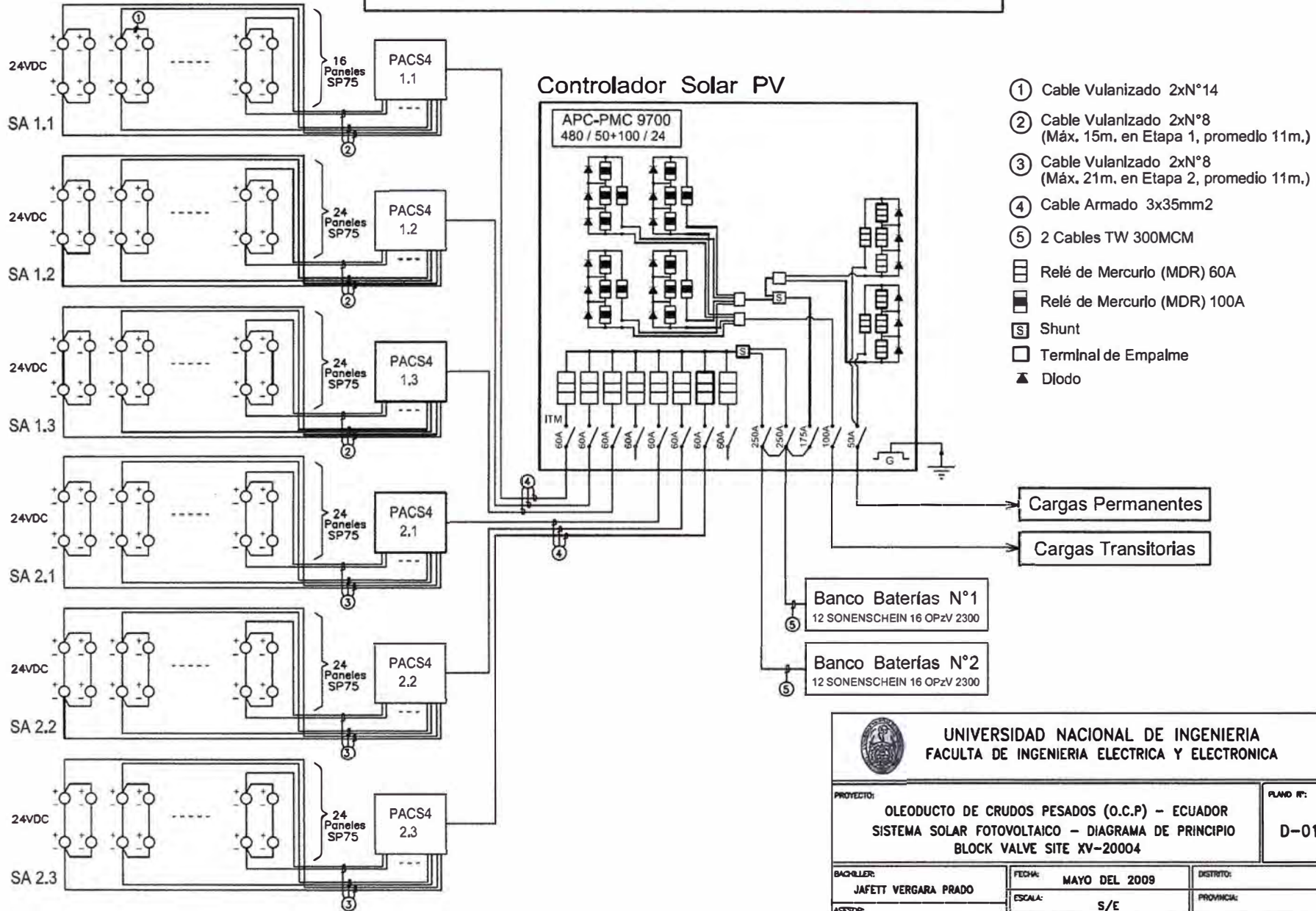
## Ecuador: Estación 20005


	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>							
2	Usuario:	OLEODUCTO ECUADOR - Estación 20005						
3	Un (01) sistema solar para 1.05 KW x 24 hr + 1.8 KW x 0.099 hr					<b>3.4 días Autonom.</b>		
4	Localidad:	ASTRONOMICO (Ecuador)			Latitud: 0.22 SU Longitud: 78.48 OESTE			
5	Voltaje del Sistema:	24 Voltios		44.059 Amps x 24		Hrs		
6	Consumo total =	25,378.20 Wh/día		1,057.43 Watts				
7	Consumo FV =	25,378 Wh/día		44.06 Amps				
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	AH/ día
9	Cargas	Consumo (w)		Hrs/día	Permanente	43.750	24.00	1050.00
10	PCs	1 057.43		24	Temporal	75.000	0.10	7.43
11	Consumo Prom.	1057.43	AH/DIA					
12	Corr.de carga	44.06	Amp.					
13	Horas de sol promedio	0.00		<b>TOTAL AH/d</b>				<b>1057.43</b>
14						Watts Totales:	2850	<b>Amp Load</b> 118.75
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>			
16	<b>PANELES</b>				<b>Autonomía especificada (días) 3.4</b>			
17	Cantidad de paneles				<b>para el consumo total</b>			
18	Serie	2		Capacidad mínima (AH) @ +25°C 4494.1				
19	Paralelo	68		Bat. Seleccionada: <b>Sonnenschein (Alemana)</b>				
20	Total	136		Modelo <b>OPzV2300</b> 2300				
21	Corriente a potencia máx.			Voltios 2				
22	<b>Panel de 75 Wp</b>	4.4		Capacidad AH 4600				
23	Potencia total (Wp)	11,560.00		<b>Auton.result. días 3.48</b>				
24	<b>Amp Generador solar</b>	299.2		Cantidad de baterías				
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie: 12 Paralelo: 2			
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total: <b>24</b>				
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GENERADOR=	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes
28					0.8			
29	ENERO	4.80	0.923	4.43	1060.46	1057.43	1.003	100%
30	FEBRERO	4.60	0.963	4.43	1060.32	1057.43	1.003	100%
31	MARZO	4.68	0.993	4.65	1112.36	1057.43	1.052	100%
32	ABRIL	4.35	1.045	4.55	1088.07	1057.43	1.029	100%
33	MAYO	4.55	1.048	4.77	1141.36	1057.43	1.079	100%
34	JUNIO	4.28	1.123	4.81	1150.47	1057.43	1.088	100%
35	JULIO	5.22	1.113	5.81	1390.65	1057.43	1.315	100%
36	AGOSTO	5.10	1.068	5.45	1303.75	1057.43	1.233	100%
37	SEPTIEMBRE	5.11	1.015	5.19	1241.48	1057.43	1.174	100%
38	OCTUBRE	4.68	0.963	4.51	1078.76	1057.43	1.020	100%
39	NOVIEMBRE	4.83	0.923	4.46	1067.09	1057.43	1.009	100%
40	DICIEMBRE	4.85	0.913	4.43	1059.90	1057.43	1.002	100%
41	<b>PROMEDIO</b>	4.75		4.79				
42	Equipamiento	a) Paneles: <b>136 Panel de 75 Wp</b>						
43		b) Baterías: <b>24 OPzV2300</b>						
44		c) Lado solar: <b>299.2 Amp.</b>		Lado carga: <b>118.75 Amp.</b>				

Ecuador: Estación 20006

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>								
2	Usuario:	OLE DUCTO ECUADOR - Estación 20006							
3	Un (01) sistema solar para 0.5 KW x 24 hr+ 1.8 KW x 0.099 hr						3.4 días Autonom.		
4	Localidad:	ASTRONOMICO (Ecuador)			Latitud: 0.22 SUR Longitud: 78.48 OESTE				
5	Voltaje del Sistema:	24 Voltios		21.142 Amps x 24		Hrs			
6	Consumo total	=	12,178.01 Wh/día		507.42 Watts				
7	Consumo FV	=	12,178 Wh/día		21.14 Amps				
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	AH/ día	
9	Cargas		Consumo (w)	Hrs/día	Permanente	20.833	24.00	499.99	
10	PCs		507.42	24	Temporal	75.000	0.10	7.43	
11	Consumo Prom.	507.42	AH/DIA						
12	Corr.de carga	21.14	Amp.						
13	Horas de sol promedio	0.00			TOTAL AH/d			507.42	
14						Watts Totales:	2299.992	Amp Load	95.83
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>				
16	<b>PANELES</b>				<b>Autonomía especificada (días)</b> 3.4				
17	Cantidad de paneles				<b>para el consumo total</b>				
18	Serie	2		Capacidad mínima (AH) @ +25°C				2156.5	
19	Paralelo	33		Bat. Seleccionadas: <b>Sonnenschein (Alemania)</b>					
20	Total	66		Modelo <b>OPzV2300</b>				2300	
21	Corriente a potencia máx.			Voltios				2	
22	Panel de 75 Wp	4.4		Capacidad				2300 AH	
23	Potencia total (Wp)	5,610.00		<b>Auton.result. días</b>				3.63	
24	Amp Generador solar	145.2		Cantidad de baterías					
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie: 12 Paralelo: 1				
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total: 12					
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GENERADORON= 0.8	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes	
30	ENERO	4.80	0.923	4.43	514.64	507.42	1.014	100%	
31	FEBRERO	4.60	0.963	4.43	514.57	507.42	1.014	100%	
32	MARZO	4.68	0.993	4.65	539.82	507.42	1.064	100%	
33	ABRIL	4.35	1.045	4.55	528.03	507.42	1.041	100%	
34	MAYO	4.55	1.048	4.77	553.90	507.42	1.092	100%	
35	JUNIO	4.28	1.123	4.81	558.32	507.42	1.100	100%	
36	JULIO	5.22	1.113	5.81	674.87	507.42	1.330	100%	
37	AGOSTO	5.10	1.068	5.45	632.70	507.42	1.247	100%	
38	SEPTIEMBRE	5.11	1.015	5.19	602.48	507.42	1.187	100%	
39	OCTUBRE	4.68	0.963	4.51	523.51	507.42	1.032	100%	
40	NOVIEMBRE	4.83	0.923	4.46	517.85	507.42	1.021	100%	
41	DICIEMBRE	4.85	0.913	4.43	514.36	507.42	1.014	100%	
42	<b>PROMEDIO</b>	4.75		4.79					
43	Equipamiento	a) Paneles:	66 Panel de 75 Wp						
44		b) Baterías:	12 OPzV2300						
45		c) Lado solar:	145.2	Amp.	Lado carga:	95.83	Amp.		

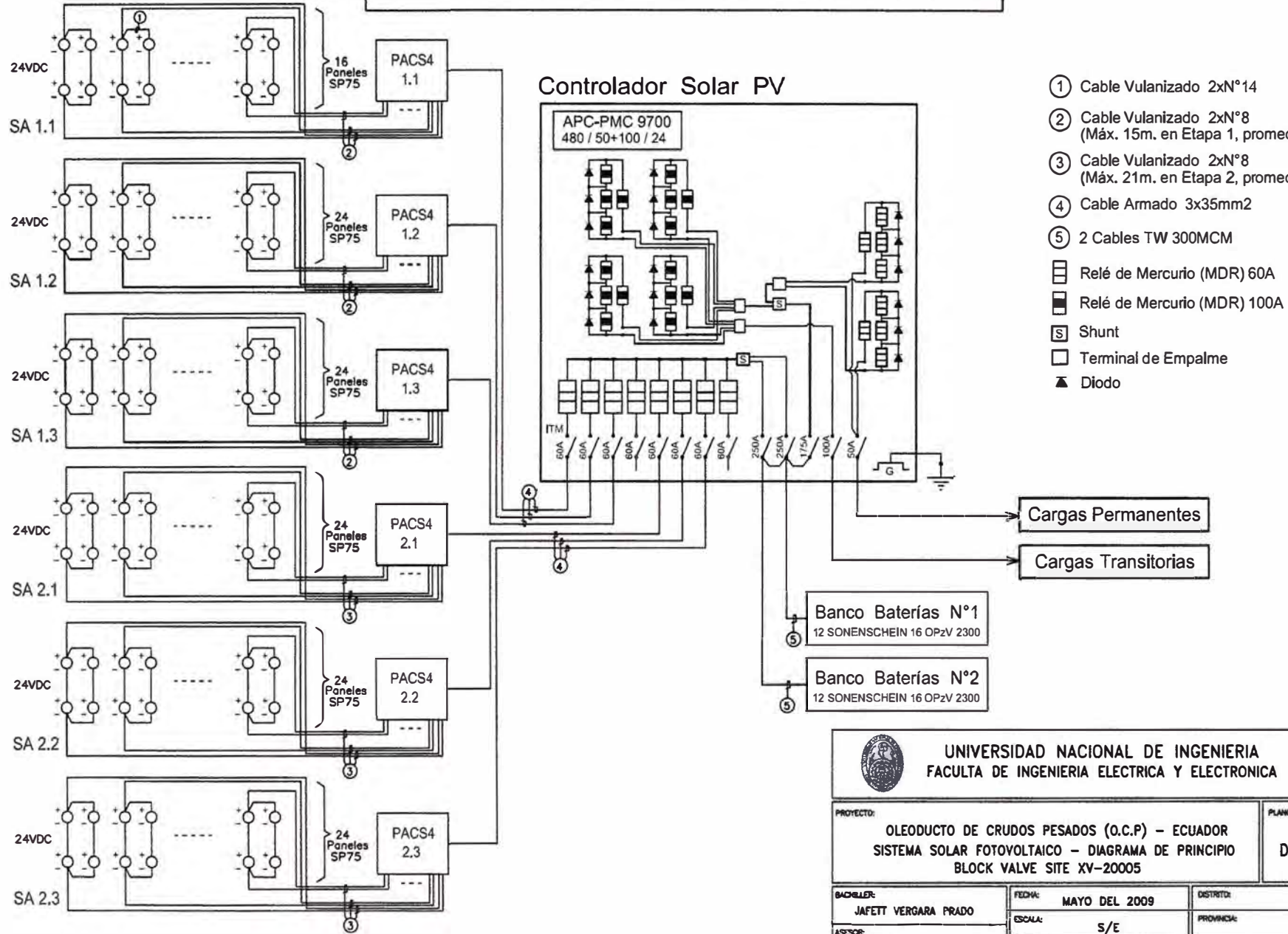
# Sistema Solar Fotovoltaico con 136 Paneles SP75



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
PROYECTO: <b>OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS (O.C.P) - ECUADOR</b> <b>SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO - DIAGRAMA DE PRINCIPIO</b> <b>BLOCK VALVE SITE XV-20004</b>		PLANO N°: <b>D-01-R1</b>
BACHILLER: <b>JAFETT VERGARA PRADO</b>	FECHA: <b>MAYO DEL 2009</b>	DISTRITO:
ASESOR: <b>ING. TOMAS PALMA GARCIA</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	PROVINCIA:
	DIBUJO: <b>J. VITOR</b>	FORMATO: <b>A-3</b>



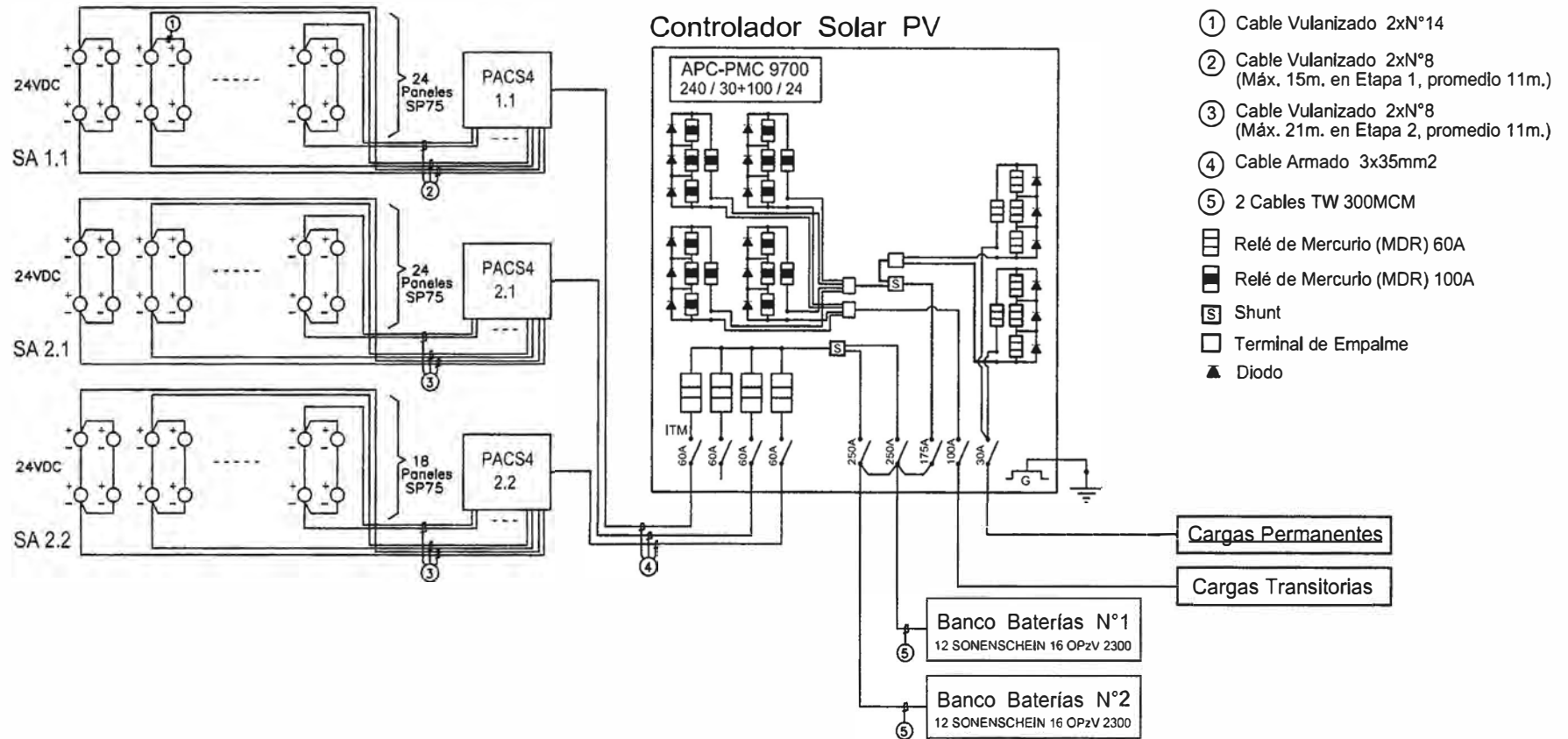
# Sistema Solar Fotovoltaico con 136 Paneles SP75



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS (O.C.P) - ECUADOR SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO - DIAGRAMA DE PRINCIPIO BLOCK VALVE SITE XV-20005		PLANO N°: D-02-R1
BACHELIER: JAFETT VERGARA PRADO	FECHA: MAYO DEL 2009	DISTRITO:
ASESOR: ING. TOMAS PALMA GARCIA	ESCALA: S/E	PROVINCIA:
	DEBILITADO: J. VITOR	FORMATO: A-3

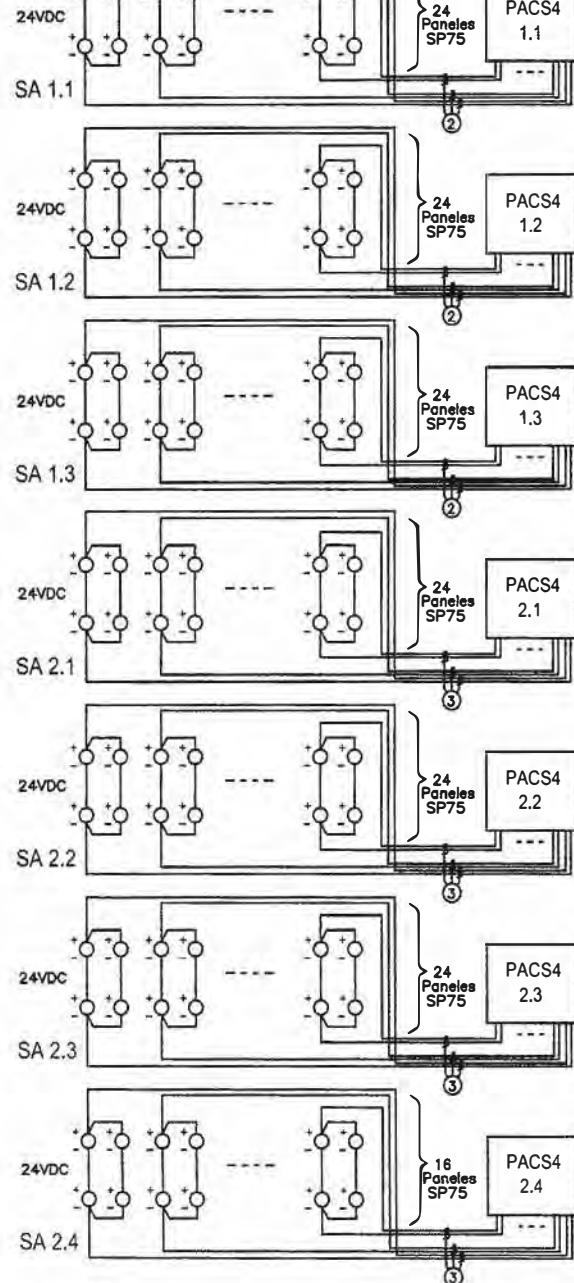
## Sistema Solar Fotovoltaico con 66 Paneles SP75



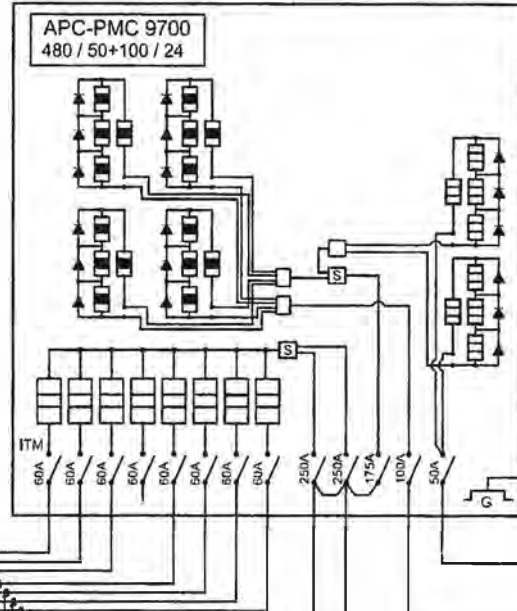
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO: <b>OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS (O.C.P) - ECUADOR</b> <b>SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO - DIAGRAMA DE PRINCIPIO</b> <b>BLOCK VALVE SITE XV-20006</b>		PLANO N°: <b>D-03-R1</b>
BACHILLER: <b>JAFETT VERGARA PRADO</b>	FECHA: <b>MAYO DEL 2009</b>	DISTRITO: 
ASESOR: <b>ING. TOMAS PALMA GARCIA</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	PROVINCIA: 
DIBUJADO: <b>J. VITOR</b>	FORMATO: <b>A-3</b>	

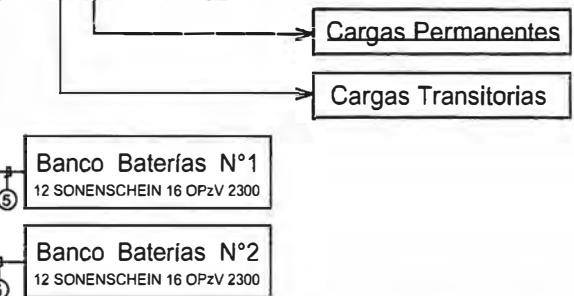
# Sistema Solar Fotovoltaico con 160 Paneles SP75




## Controlador Solar PV



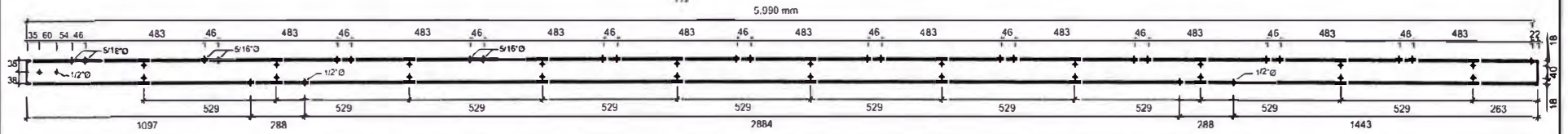
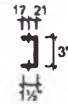
- ① Cable Vulcanizado 2xN°14
- ② Cable Vulcanizado 2xN°8 (Máx. 15m. en Etapa 1, promedio 11m.)
- ③ Cable Vulcanizado 2xN°8 (Máx. 21m. en Etapa 2, promedio 11m.)
- ④ Cable Armado 3x35mm<sup>2</sup>
- ⑤ 2 Cables TW 300MCM
- Relé de Mercurio (MDR) 60A
- Relé de Mercurio (MDR) 100A
- Shunt
- Terminal de Empalme
- Diodo



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
PROYECTO: <b>OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS (O.C.P) - ECUADOR</b> <b>SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO - DIAGRAMA DE PRINCIPIO</b> <b>BLOCK VALVE SITE XV-20015</b>		PLANO N°: <b>D-04-R1</b>
BACHILLER: <b>J AFETT VERGARA PRADO</b>	FECHA: <b>MAYO DEL 2009</b>	DISTRITO:
ASESOR: <b>ING. TOMAS PALMA GARCIA</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	PROVINCIA:
DIBUJADO: <b>J. VITOR</b>	FORMATO: <b>A-3</b>	

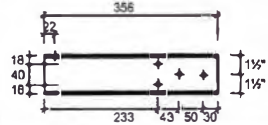
**Pieza P1a:** Canal "U" - 3" x 1½" x 3mm x 5,990mm  
 ESC. S/E

Cant. : 2 Parejas



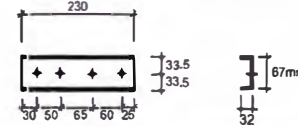
**Pieza P1b:** Canal "U" - 3" x 1½" x 3mm x 356mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

Cant. : 2 Parejas



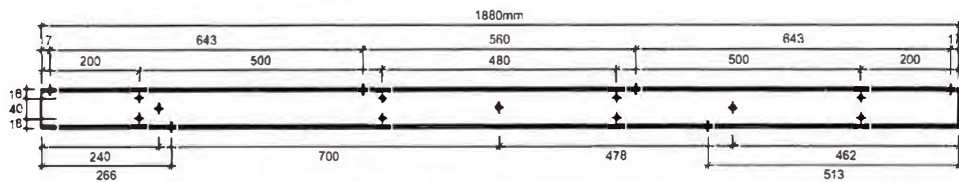
**Pieza P1c:** Canal "U" - 67mm x 32" x 3mm x 230mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

Cant. : 2 Parejas



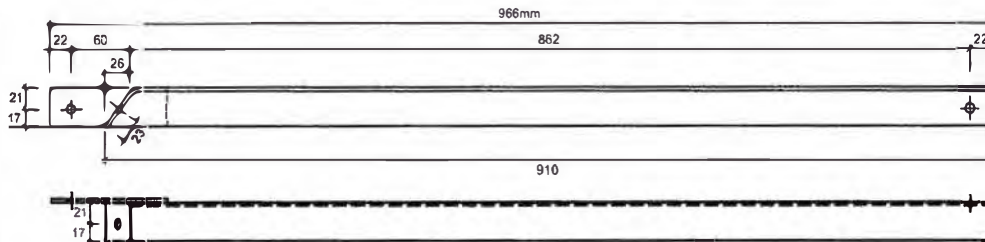
**Pieza P2:** Canal "U" - 3" x 1½" x 3mm x 1,880mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

Cant. : 2 Parejas



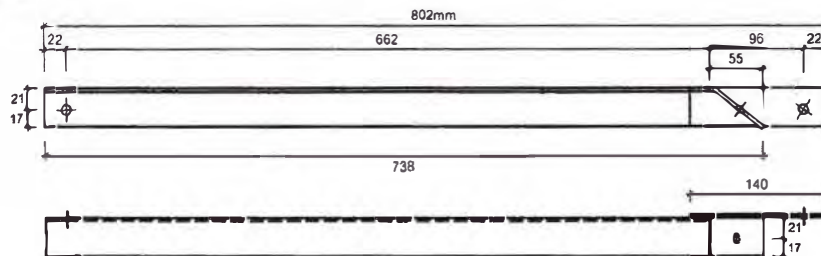
**Pieza P3:** Angulo 1½" x 1/8" x 3mm x 966mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/5

Cant. : 2 Parejas



**Pieza P4:** Angulo 1½" x 1/8" x 3mm x 802mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/5

Cant. : 2 Parejas

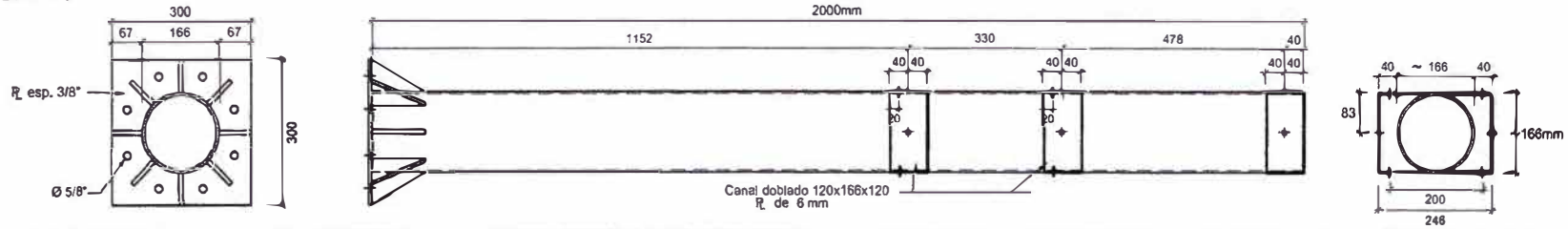


 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
PROYECTO	PIEZADO - SOPORTE BIPOSTE	
	PLANO N°	E-06
DISEÑADOR: JAFETH VENTURA PRADO	FECHA: MAYO DEL 2009	DISTRIBUCION:
ASESOR: ING. TOMAS PALMA GARCIA	ESCALA: S/E	PROVISION:
	DIBUJO: J. VITOR	FORMATO: A-3

**Pieza P5:** Tubo Sempesado 6"Ø x 2,000mm (Øs de 1/2")

ESC. 1/10

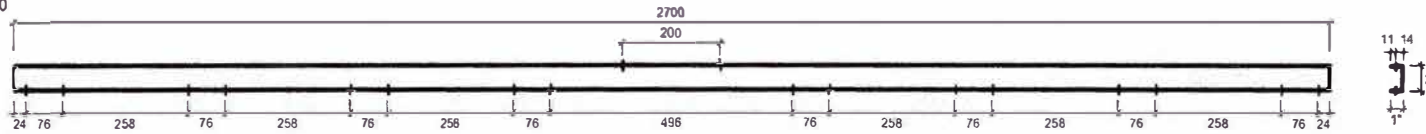
Cant. : 2 Unidades



**Pieza P6a:** Canal "U" - 2" x 1" x 3mm x 2700mm (Øs de 1/2")

ESC. 1/10

SITE XV-20015 : 01 Pareja

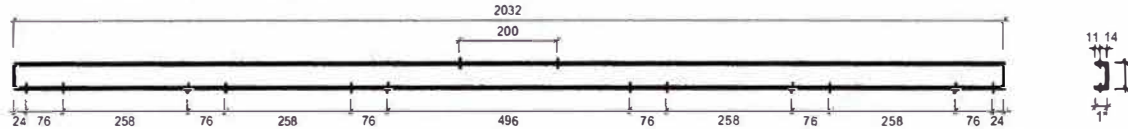


**Pieza P6b:** Canal "U" - 2" x 1" x 3mm x 2032mm (Øs de 1/2")

ESC. 1/10

SITE XV-20004 : 01 Pareja

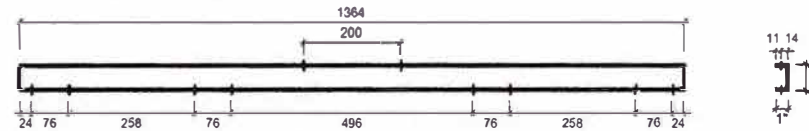
XV-20005 : 01 Pareja



**Pieza P6c:** Canal "U" - 2" x 1" x 3mm x 1364mm (Øs de 1/2")

ESC. 1/10

SITE XV-20006 : 01 Pareja



**Pieza P7:** Cable Rack

ESC. 1/10

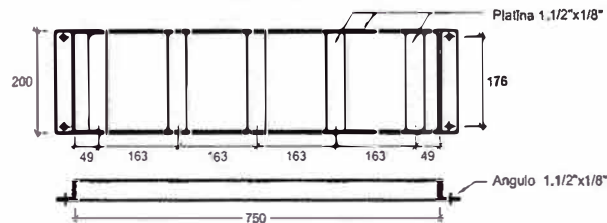
Cable Rack

SITE XV-20015 : 01 Unidad

XV-20004 : 01 Unidad

XV-20005 : 01 Unidad

XV-20006 : 01 Unidad



**Pieza P8:** Abrazadera "U" Esparrago Fe 3/8"

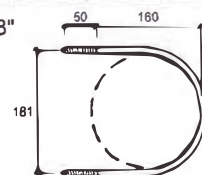
ESC. 1/7.5

SITE XV-20015 : 02 Unidades

XV-20004 : 02 Unidades

XV-20005 : 02 Unidades

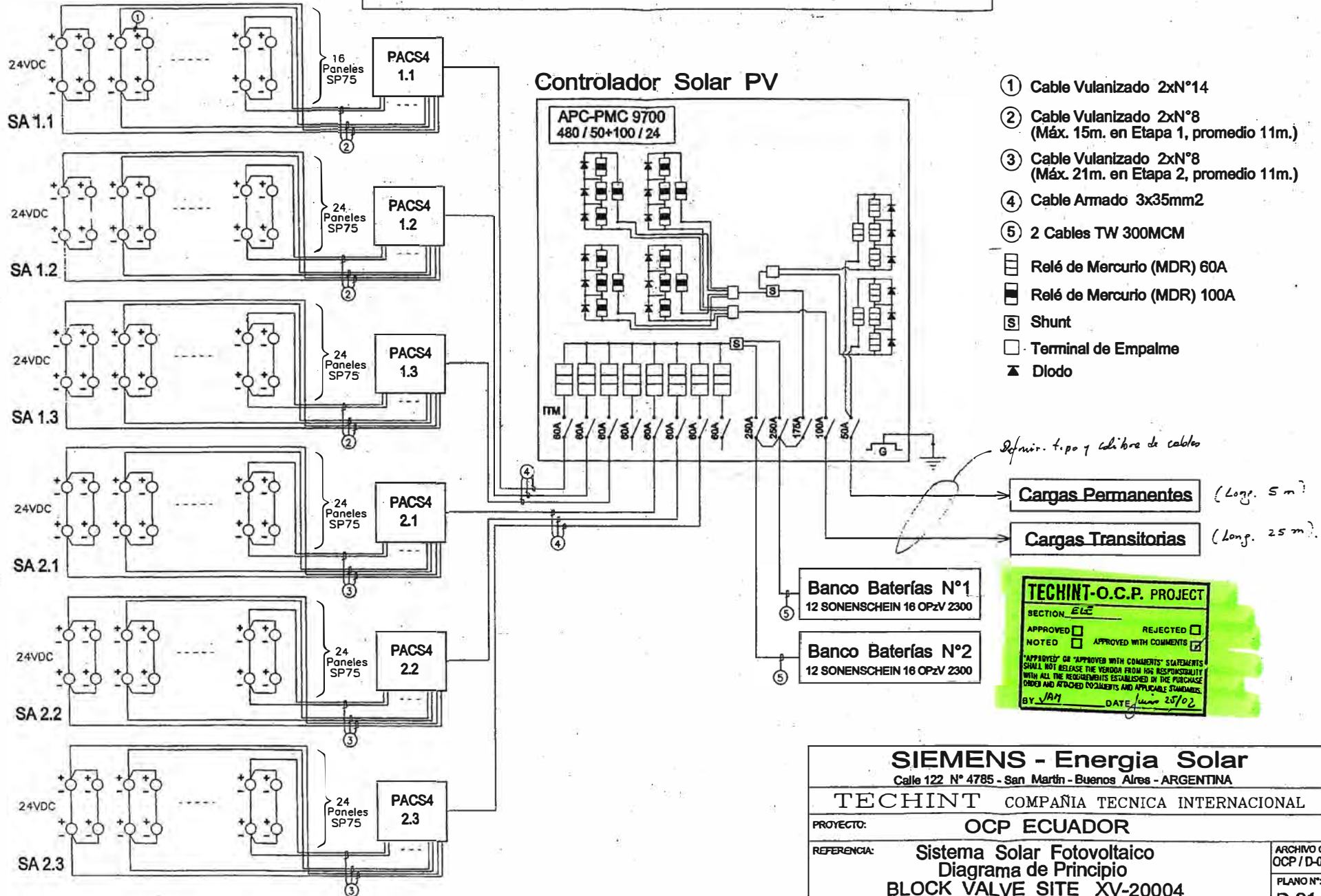
XV-20006 : 02 Unidades



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:		PLANO Nº:
PIEZADO - SOPORTE BIPOSTE		E-07
BACHELERO:	FECHA:	DISTRITO:
JAFETT VERCARA PRADO	MAYO DEL 2009	
ASISTENTE:	ESCALA:	PROYECTOR:
ING. TOMAS PALMA GARCIA	S/E	
	DISEÑO:	FORMATO:
	J. VITOR	A-3

# Sistema Solar Fotovoltaico con 136 Paneles SP75



**TECHINT-O.C.P. PROJECT**

SECTION ELE

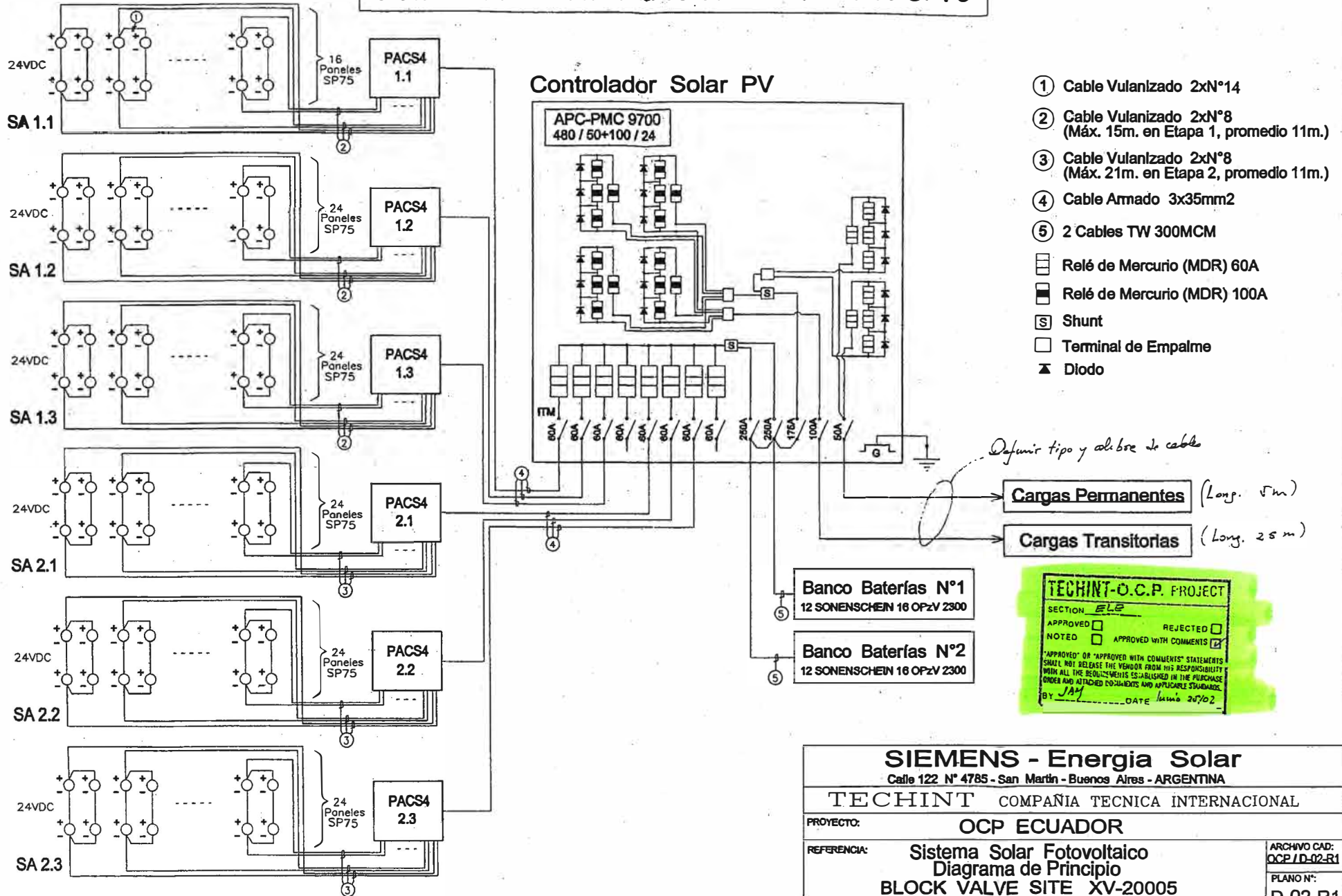
APPROVED  REJECTED   
NOTED  APPROVED WITH COMMENTS

"APPROVED" OR "APPROVED WITH COMMENTS" STATEMENTS SHALL NOT RELEASE THE VENDOR FROM HIS RESPONSIBILITY WITH ALL THE REQUIREMENTS ESTABLISHED BY THE PURCHASE ORDER AND ATTACHED REQUIREMENTS AND APPLICABLE STANDARDS.

BY JAM DATE Junio 25/02

<b>SIEMENS - Energia Solar</b>					
Calle 122 N° 4785 - San Martín - Buenos Aires - ARGENTINA					
<b>TECHINT</b> COMPAÑIA TECNICA INTERNACIONAL					
PROYECTO: <b>OCP ECUADOR</b>					
REFERENCIA: <b>Sistema Solar Fotovoltaico Diagrama de Principio BLOCK VALVE SITE XV-20004</b>					ARCHIVO CAD: OCP/D-01-R1
					PLANO N°: <b>D-01-R1</b>
DIBUJO: L. URIBE	ARQ.	DISEÑO: J. VERGARA	ING. P. NEIRA	REVISOR: ING. FECHA: 17/06/2002	ESCALA: S/E
					ARCHIVO CAD: OCP/D-01-R1
					PLANO N°: D-01-R1
					XV-20004

# Sistema Solar Fotovoltaico con 136 Paneles SP75

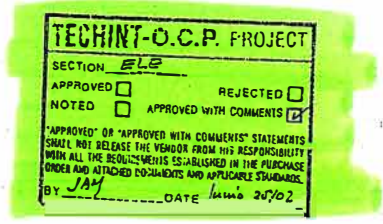


- ① Cable Vulcanizado 2xN°14
- ② Cable Vulcanizado 2xN°8 (Máx. 15m. en Etapa 1, promedio 11m.)
- ③ Cable Vulcanizado 2xN°8 (Máx. 21m. en Etapa 2, promedio 11m.)
- ④ Cable Armado 3x35mm2
- ⑤ 2 Cables TW 300MCM
- Relé de Mercurio (MDR) 60A
- Relé de Mercurio (MDR) 100A
- Shunt
- Terminal de Empalme
- Diodo

*Definir tipo y calibre de cable*

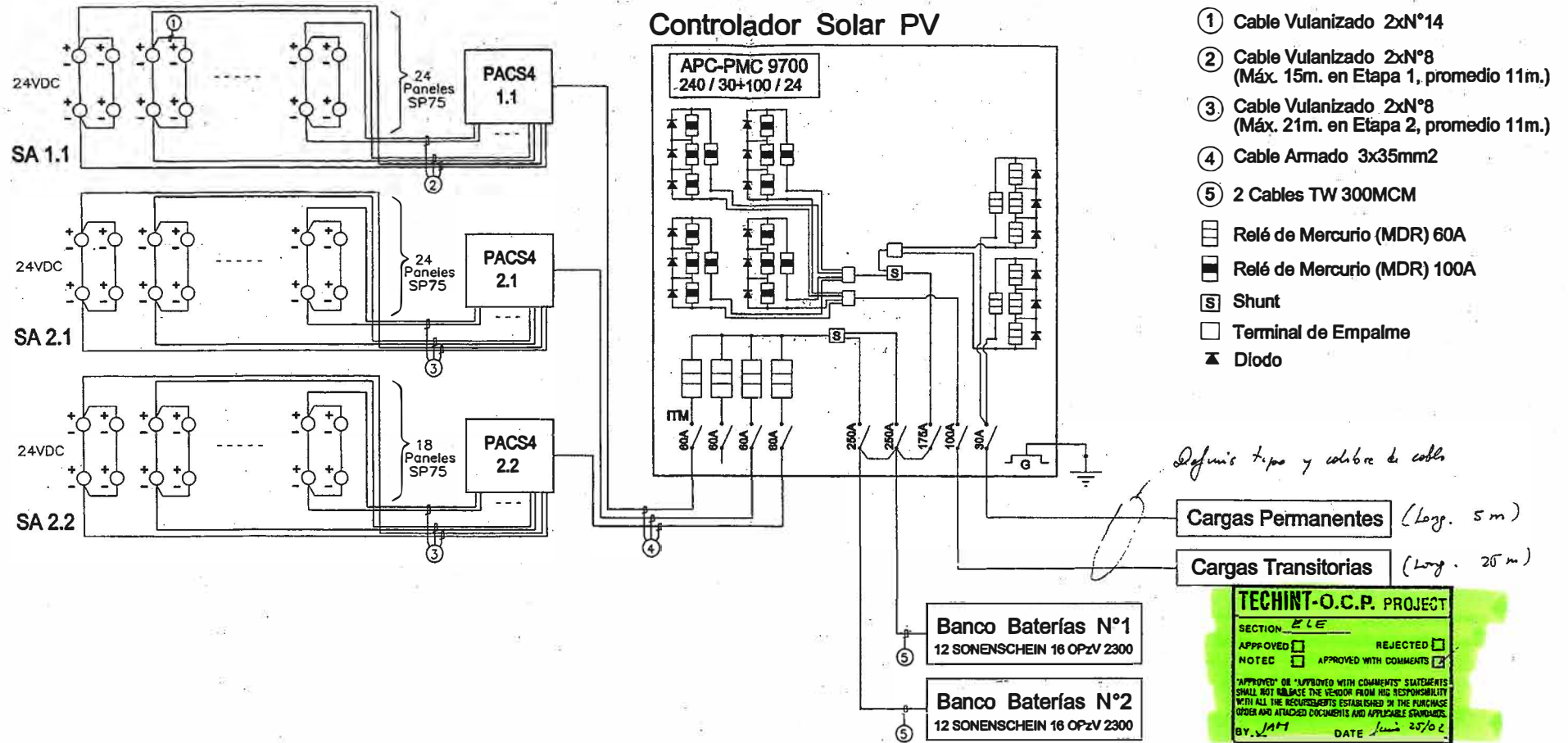
**Cargas Permanentes** (Long. 5m)

**Cargas Transitorias** (Long. 25m)



<b>SIEMENS - Energia Solar</b>			
Calle 122 N° 4785 - San Martín - Buenos Aires - ARGENTINA			
<b>TECHINT</b> COMPAÑIA TECNICA INTERNACIONAL			
PROYECTO:		<b>OCP ECUADOR</b>	
REFERENCIA:		<b>Sistema Solar Fotovoltaico Diagrama de Principio BLOCK VALVE SITE XV-20005</b>	
DIBUJO:		ARCHIVO CAD:	
L. URIBE		OCP/D-02-R1	
ARG. DISEÑO:		PLANO N°:	
J. VERGARA		D-02-R1	
ING. REVISION:		FECHA:	
P. NEIRA		17/06/2002	
ESCALA:		S/E	
XV-20005			

# Sistema Solar Fotovoltaico con 66 Paneles SP75



**SIEMENS - Energia Solar**

Calle 122 N° 4785 - San Martín - Buenos Aires - ARGENTINA

**TECHINT** COMPAÑIA TECNICA INTERNACIONAL

PROYECTO: **OCP ECUADOR**

REFERENCIA: **Sistema Solar Fotovoltaico  
Diagrama de Principio  
BLOCK VALVE SITE XV-2 0006**

ARCHIVO CAD:  
OCP / D-03-R1

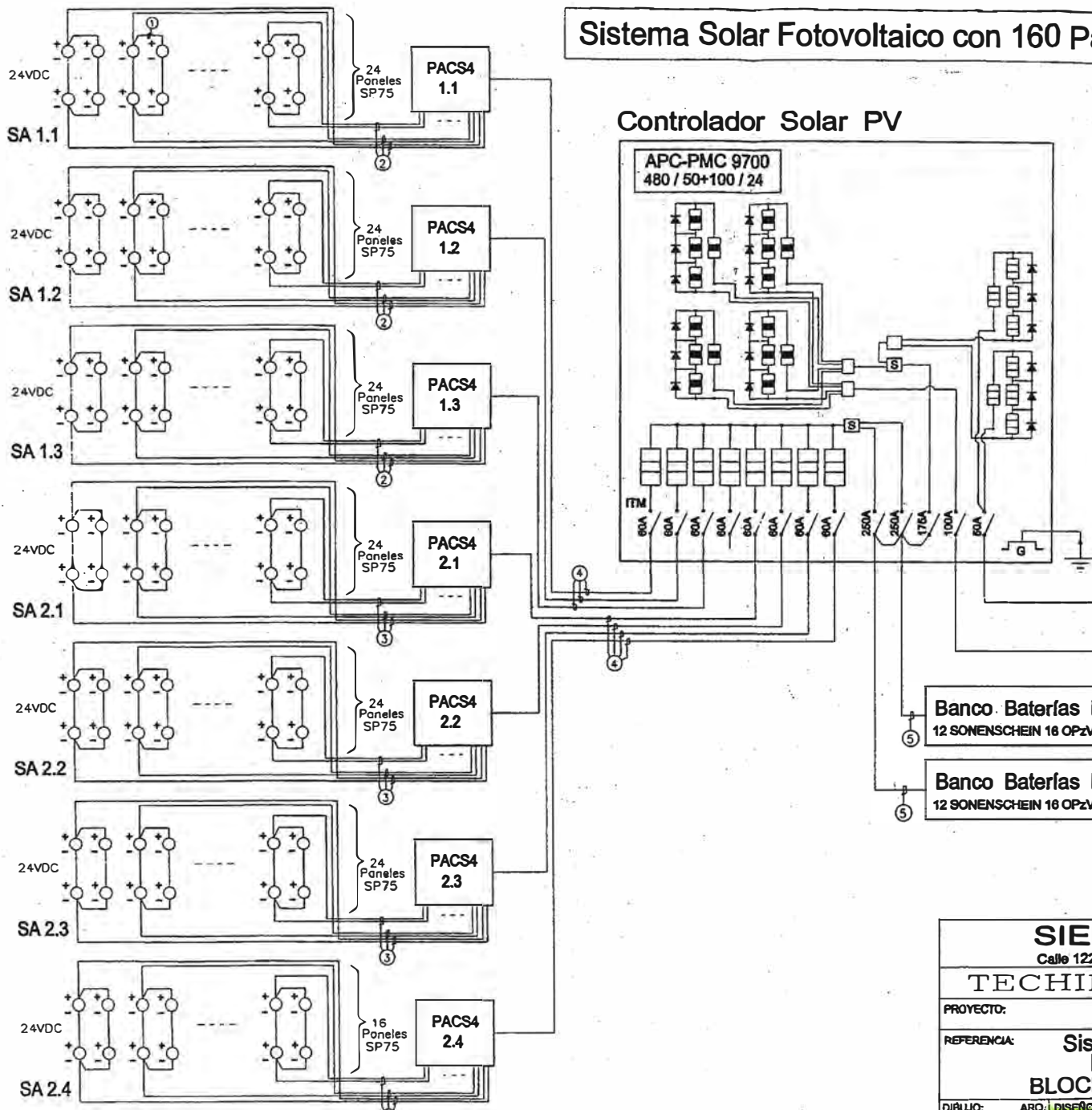
PLANO N°:  
D-03-R1

DIBUJO: L. URIBE    ARQ. DISEÑO: J. VERGARA    ING. REVISION: P. NEIRA    ING. FECHA: 17/06/2002    ESCALA: S/E

XV-20006



# Sistema Solar Fotovoltaico con 160 Paneles SP75



- ① Cable Vulcanizado 2xN°14
- ② Cable Vulcanizado 2xN°8 (Máx. 15m. en Etapa 1, promedio 11m.)
- ③ Cable Vulcanizado 2xN°8 (Máx. 21m. en Etapa 2, promedio 11m.)
- ④ Cable Armado 3x35mm2
- ⑤ 2 Cables TW 300MCM
- Relé de Mercurio (MDR) 60A
- Relé de Mercurio (MDR) 100A
- Shunt
- Terminal de Empalme
- Diodo

*Definir tipo y calibre de cables*

Cargas Permanentes  
Cargas Transitorias

Banco Baterías N°1  
12 SONENSCHN 18 OPzV 2300

Banco Baterías N°2  
12 SONENSCHN 18 OPzV 2300

**TECHINT-O.C.P. PROJECT**

SECTION ELS

APPROVED  REJECTED

NOTED  APPROVED WITH COMMENTS

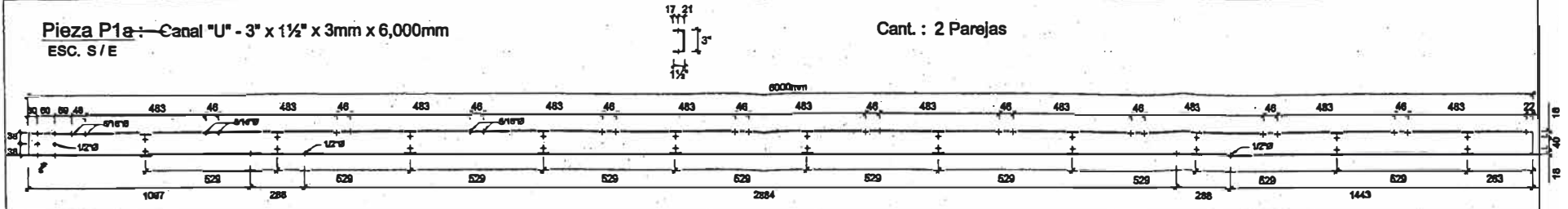
\*APPROVED\* OR \*APPROVED WITH COMMENTS\* STATEMENTS SHALL NOT RELEASE THE VENDOR FROM HIS RESPONSIBILITY WITH ALL THE REQUIREMENTS ESTABLISHED IN THE PURCHASE ORDER AND ATTACHED DOCUMENTS AND APPLICABLE STANDARDS.

BY JAM DATE Jun 25/02

<b>SIEMENS - Energia Solar</b>			
Calle 122 N° 4785 - San Martín - Buenos Aires - ARGENTINA			
<b>TECHINT</b> COMPAÑIA TECNICA INTERNACIONAL			
PROYECTO:		<b>OCP ECUADOR</b>	
REFERENCIA:		<b>Sistema Solar Fotovoltaico Diagrama de Principio BLOCK VALVE SITE XV-2 015</b>	
DIBUJO:		ARCHIVO CAD:	
ARQ. DISEÑO:		OCP / D-04-R1	
ING. REVISION:		PLANO N°:	
ING. FECHA:		D-04-R1	
ESCALA:		XV-20015	
L. URIBE		S / E	
J. VERGARA			
P. NEIRA			
17 / 06 / 2002			

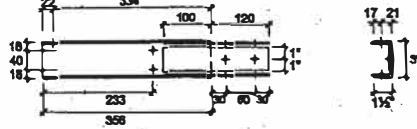
**Pieza P1a:** Canal "U" - 3" x 1½" x 3mm x 6,000mm  
 ESC. S / E

Cant. : 2 Parejas



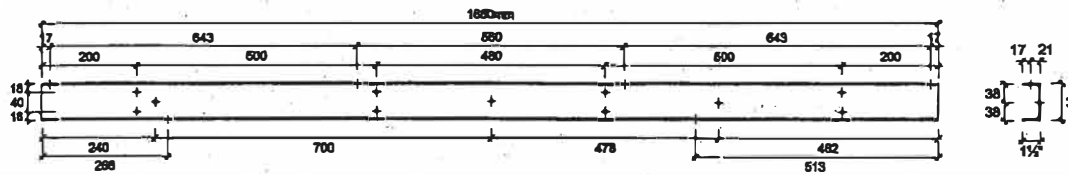
**Pieza P1b:** Canal "U" - 3" x 1½" x 3mm x 356mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1 / 10

Cant. : 2 Parejas



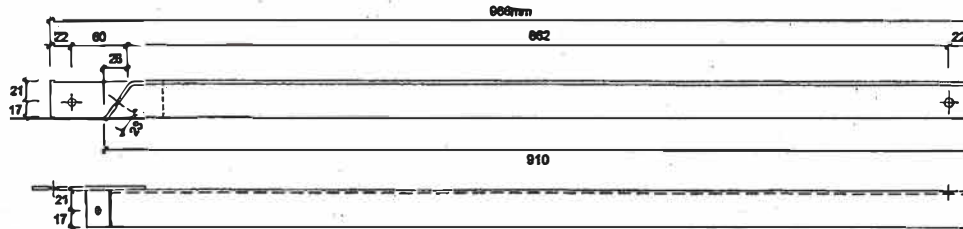
**Pieza P2:** Canal "U" - 3" x 1½" x 3mm x 1,880mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

Cant. : 2 Parejas



**Pieza P3:** Angulo 1½" x 1/8" x 3mm x 966mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/6

Cant. : 2 Parejas



**TECHINT-O.C.P. PROJECT**

SECTION ELC

APPROVED  REJECTED

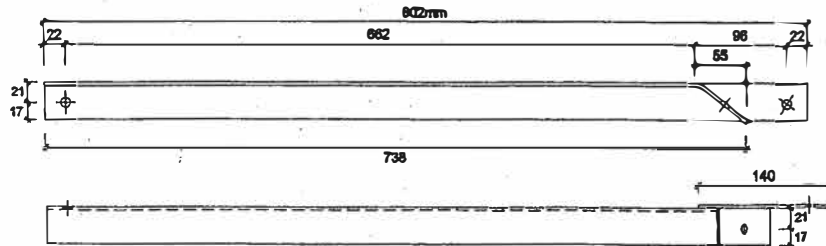
NOTED  APPROVED WITH COMMENTS

"APPROVED" OR "APPROVED WITH COMMENTS" STATEMENTS SHALL NOT RELEASE THE VENDOR FROM HIS RESPONSIBILITY WITH ALL THE REQUIREMENTS ESTABLISHED IN THE PURCHASE ORDER AND ATTACHED DOCUMENTS AND APPLICABLE STANDARDS.

BY JUT DATE 15/02

**Pieza P4:** Angulo 1½" x 1/8" x 3mm x 802mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/5

Cant. : 2 Parejas



**SIEMENS - Energia Solar**  
 Calle 122 N° 4785 - San Martín - Buenos Aires - ARGENTINA

**TECHINT** COMPANIA TECNICA INTERNACIONAL

REFERENCIAL: **Piezado - Soporte Biposte**

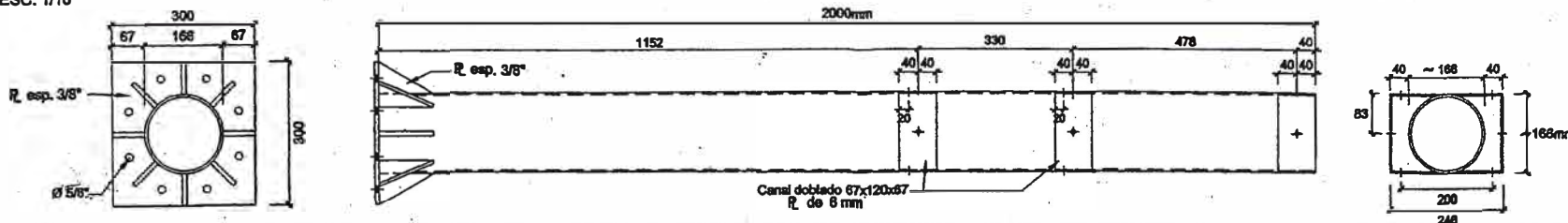
ARQUIVO CAD: OCP / E-06

PLANO N°: **E-06**

DELAJO: L.URIBE    ARQ: J.VERGARA    INEL: P.NEIRA    REVISION: 17/06/2002    ESCALA: INDICADA

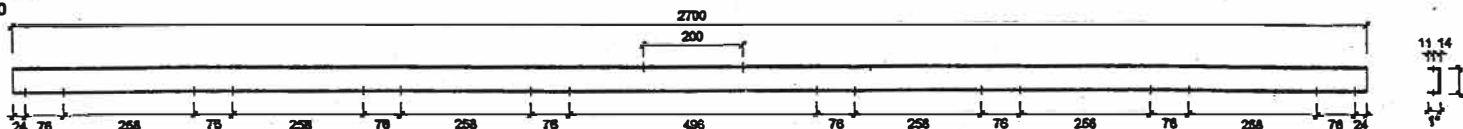
**Pieza P5:** Tubo Sempesado 6"Ø x 2,000mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

Cant. : 2 Unidades



**Pieza P6a:** Canal "U" - 2" x 1" x 3mm x 2700mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

SITE XV-20015 : 01 Pareja



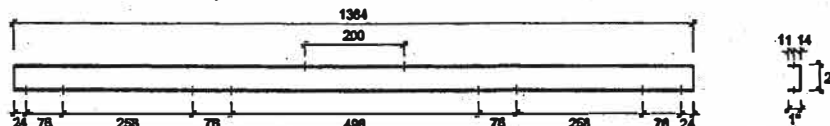
**Pieza P6b:** Canal "U" - 2" x 1" x 3mm x 2032mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

SITE XV-20004 : 01 Pareja  
 XV-20005 : 01 Pareja



**Pieza P6c:** Canal "U" - 2" x 1" x 3mm x 1364mm (Øs de 1/2")  
 ESC. 1/10

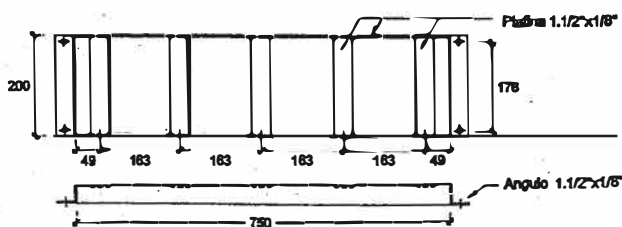
SITE XV-20006 : 01 Pareja



**Pieza P7:** Cable Rack  
 ESC. 1/10

Cable Rack

SITE XV-20015 : 01 Unidad  
 XV-20004 : 01 Unidad  
 XV-20005 : 01 Unidad  
 XV-20006 : 01 Unidad



**TECHINT-O.C.P. PROJECT**

SECTION ELG

APPROVED  REJECTED

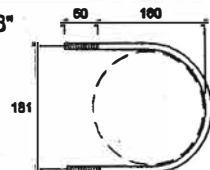
NOTED  APPROVED WITH COMMENTS

"APPROVED" OR "APPROVED WITH COMMENTS" STATEMENTS SHALL NOT RELEASE THE VENDOR FROM THE RESPONSIBILITY WITH ALL THE REQUIREMENTS ESTABLISHED IN THE PURCHASE ORDER AND ATTACHED DOCUMENTS AND APPLICABLE STANDARDS.

BY: JAM DATE: Jun 28/02

**Pieza P8:** Abrazadera "U" Esparrago Fe 3/8"  
 ESC. 1/7.5

SITE XV-20015 : 02 Unidades  
 XV-20004 : 02 Unidades  
 XV-20005 : 02 Unidades  
 XV-20006 : 02 Unidades



**SIEMENS - Energia Solar**  
 Calle 122 N° 4785 - San Martín - Buenos Aires - ARGENTINA

**TECHINT** COMPANIA TECNICA INTERNACIONAL


REFERENCIA: **Piezado - Soporte Biposte**

ARCHIVO CAD: OCP / E-07

PLANO Nº: **E-07**

DESAJO: L. URIBE    ARQ: J. VERGARA    ING. REVISION: P. NEIRA    FECHA: 17/08/2002    ESCALA: INDICADA

SIMBOLO	LEYENDA
	Cable Vulcanizado 2xN°14, 2xN°8, cable armado 3x35 mm <sup>2</sup> ó cable TW 300 MCM según indicación en plano.
	Relé de Mercurio de 60A ó 100 Amperes dc en 48Vdc, respectivamente.
	Shunt (para lecturas de amperes en dc)
	Bornera de empalme de cables
	Diodo
	Panel Solar de 12 Vdc nominales
	Caja de combinación serie/paralelo
	Microprocesador marca APC modelo PCM9400 480/50 + 100/24, de 480Amp lado solar, 50 y 100 Amp lados de la carga, en 24 Vdc.
	Interruptor termomagnético (ITM) de 60, 100, 30, 175, 250 ó 50 Amperes de capacidad, según indicación.
	Conexion a tierra
	Perfil angular metálico según dimensiones indicadas.
	Tubo metálico con orejas soldadas según dimensiones indicadas.
	Abrazadera metálica tipo "U" (Espárrago) según dimensiones indicadas.

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
<b>PROYECTO:</b> OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS (O.C.P) - ECUADOR LEYENDA PARA LOS PLANOS D-01-R1/D-02-R1/D-03-R1 D-04-R1/ E6 / E7			<b>PLANO N°:</b>
<b>BACHILLER:</b> JAFETT VERGARA PRADO	<b>FECHA:</b> MAYO DEL 2009	<b>DISTRITO:</b>	
<b>ASESOR:</b> ING. TOMAS PALMA GARCIA	<b>ESCALA:</b> S/E	<b>PROVINCIA:</b>	
		<b>DEJADO:</b> J. VITOR	<b>FORMATO:</b> A-3

# INGENIERÍA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

## 1. INTRODUCCIÓN:

La empresa TECHINT ha encargado a SIEMENS SOLAR – Argentina, el suministro supervisión de instalaciones, arranque y puesta en servicio de cuatro sistemas solares fotovoltaicos, uno de 12 KWp, dos de 10.2 KWp y uno de 4.95 KWp, para disponer de electricidad en + 24 VDC para los equipos XXXX, en las estaciones signadas con los códigos XV 20004, XV 20005, XV 20006 y XV 20015 del proyecto del OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS del ECUADOR.

## 2. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO:

### 2.1. FILOSOFÍA DE FUNCIONAMIENTO:

Un SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO transforma el espectro solar directamente en electricidad mediante módulos fotovoltaicos fabricados a base de células de silicio del tipo monocristalino (paneles SIEMENS), para alimentar una carga y el excedente lo almacena en acumuladores electroquímicos, supervisado mediante una unidad de control que chequea entre otras cosas, que la batería sea recargada adecuadamente y pueda dar señales de alarmas locales visuales y remotas mediante contactos secos.

### 2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO:

- 2.2.1. Paneles Solares Fotovoltaicos
- 2.2.2. Cajas de Combinación (Paralelado)
- 2.2.3. Soporte de los paneles solares
- 2.2.4. Controlador Fotovoltaico
- 2.2.5. Banco de Baterías (Acumuladores)
- 2.2.6. Cableado de Interconexiones Eléctricas

### 2.3. COMPONENTES DE LOS CUATRO SISTEMA SOLAR OFERTADOS:

COMPONENTES	S I T S			
	XV 20004	XV 20005	XV 20006	XV 20015
Panel SIEMENS SP 75	136	136	66	160
Soporte Tubular BIPOSTE – F°G°	6	6	3	7
Caja PACS4 (paralelado)	6	6	3	7
Controlador Fotovoltaico SCOTT APS-SES PMC 9700 480/50+100/24	1	1	0	1
Controlador Fotovoltaico SCOTT APS-SES PMC 9700 240/30+100/24	0	0	1	0
Banco de 12 baterías SONNENSCHEN OPzV 2300	2	2	1	2
KIT de Cables y Accesorios	1	1	1	1

## 2.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y FUNCIONAMIENTO:

### 2.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES:

En base a la descripción señalada líneas arriba, pasamos a describir detalladamente la forma de funcionamiento de cada uno de los cuatro sistemas a ser suministrados, para una mejor comprensión favor de ver los diagramas de principio eléctricos correspondientes: láminas D-01/02/03 y 04 (R1). Tener en cuenta que el sistema es en +24VDC (negativo a tierra) y que todo el control se realiza en base al voltaje de las baterías.

### 2.4.2. ARREGLOS SOLARES (CAMPO SOLAR):

Los paneles solares se dividen en dos (02) Sub Arreglos, Etapa 1 y Etapa 2, aproximadamente la mitad de paneles para cada etapa, y debido a la limitación de capacidad máxima de cada input del controlador (60 ADC), cada etapa tiene cuatro inputs en tres de los controladores y dos inputs en el cuarto, cada input tiene asociado un máximo de 24 paneles SIEMENS SP 75 y una caja de paralelaje PACS4 que permite varios ingresos y una sola salida (“+” y “-“) de mayor capacidad para facilitar el conexionado y la operación. Cada etapa conectará y desconectará completamente según órdenes del Controlador (microprocesador).

### 2.4.3. CONTROLADOR SOLAR:

El controlador solar fotovoltaico marca SCHOTT Applied Power PMC9700, fabricado a base de un microprocesador de memoria no volátil para la parte de control y monitoreo tanto local ( display y/o leds ) como remoto a través de un puerto RS 232 para acceso con computadora localmente o a distancia mediante un modem de comunicaciones. Controla el circuito de energía a través de relés de mercurio.

MODELO	480/50+100/24	240/30+100/24
Lado Solar (in put)	2 etapas de 4 x 60 A c/u	2 etapas de 2 x 60 A c/u
Lado Cargas Permanentes	1 x 50 A	1 x 30 A
Lado Cargas Transitorias	1 x 100 A	1 x 100 A
Voltaje del Sistema	+ 24 VDC	+ 24 VDC

Poseen sensores de temperatura para reajustes automáticos de los niveles de operación de conexión y desconexión de paneles solares según la temperatura de las baterías, de modo que la batería tenga un mayor tiempo de vida. Niveles ajustables en campo.

Reporta alarmas preventivas (local y remoto ) de voltajes inadecuados de baterías ( altos o bajos ), para tomar las acciones correctivas correspondientes. Niveles ajustables en campo.

Protege al banco de baterías de descargas profundas (LVD) mediante desconexión de la carga. Niveles ajustables en campo.

Regula el voltaje de salida a la carga (Load) entre un  $V_n \pm 5\%$ . (ajustable). Niveles ajustables en campo.

Almacena datos máximos y mínimos de corrientes, voltajes, temperatura y otros, indicando fecha y hora. Niveles ajustables en campo.

Tiene opción de trabajar con otra fuente de energía, puede ser un grupo electrógeno + rectificador / cargador de batería en STAND BY. El controlador ordenará el arranque

mediante un par de contactos secos (G.E. debe tener la filosofía de operación de comando “DOS CABLES”).

#### 2.4.4. FUNCIONAMIENTO GENERAL.

Referirse a los Diagramas de Fuerza y Control y al Conexionado Externo.

Todo el Control se realiza en base al voltaje de las baterías (sensor de voltaje) con excepción del regulador de voltaje a la carga que toma el voltaje de ésta.

a. Los paneles solares se reparten en dos etapas, Etapa 1 y Etapa 2 y se conectarán a las “entradas” respectivas en el controlador a través de los interruptores termomagnéticos (uno por cada input). Las 2 etapas serán conectadas y desconectadas mediante relés de mercurio (uno para cada input) comandados desde el microprocesador (Control Board). La Etapa 1 (ventana 304), desconectará y reconectará en valores algo mayores que la Etapa 2 (ventana 306) (ver CUADRO DE SETEOS-Anexo N° 08).

Por otro lado se recomienda que solamente la Etapa 1 sea programada en el modo de operación “Pulse”, modo de recarga de baterías “tipo serrucho”, la reconexión en este tipo es por tiempo (30 o 60 seg), no espera que el voltaje descienda hasta el valor “seteado” de reconexión por lo que se aprovecha mejor el sol para mantener recargados las baterías.

La Etapa 2 **no** tiene la opción “Pulse”, por lo que para reconectarse, el voltaje de baterías deberá bajar hasta el valor “seteado” para ello. Por lo señalado, la Etapa 1 estará desconectando / reconectando continuamente, mientras que la Etapa 2 permanecerá mayormente desconectada.

En este sistema los paneles están necesariamente desconectados durante la noche, por lo que no se hace necesario el uso de diodos de bloqueo.

NOTA : El compensador por temperatura modifica los valores seteados para las Etapas 1 y 2, exactamente en el mismo valor diferencial.

b. Las baterías recibirán carga (corriente) mientras esté conectada alguna etapa según lo descrito en el punto a. y entregarán corriente a los equipos, cuando estén desconectados los arreglos o estén generando un total menor al que requieren los equipos (carga).

c. Los equipos (carga) estarán alimentados eléctricamente de manera constante desde el banco de baterías mientras que el voltaje de éstos no baje a valores peligrosos, 22.8 VDC para este caso (ajustable en campo) en que operará el LVD (Low Voltage Disconnect). La alimentación a la carga es a través de un “Regulador de Voltaje” que limitará dicho voltaje a aproximadamente 24 VDC +/- 5% (entre 22.95 y 25.2 VDC), ver la ventana **303**. Este limitador de voltaje de tres etapas, está compuesto por tres puentes de diodos que ofrecen una caída de voltaje de aprox. cuando la corriente es atravesada por ellos.

Estos tres puentes están baypaseados por tres relés de mercurio que reciben órdenes del microprocesador, el que ordenará la apertura uno a uno conforme el voltaje suba al mayor valor seteado (25.2VDC) (de día va subiendo el voltaje de las baterías) y cerrando (baypaseando el puente de diodos) uno a uno, conforme el voltaje a la carga baje al valor menor seteado (22.95VDC) (de tarde va bajando el voltaje de las baterías). **Favor de ver el diagrama explicativo.**

d. Los equipos que alimentan estos sistema solares (cargas permanentes y cargas transitorias), estarán operativos mientras tengan “carga” las baterías y por recomendación del fabricante de éstas, para prever que no se dañen y cumplan con el tiempo de vida previsto, el nivel de carga nunca debe descender de un mínimo, aproximadamente 20%, valor en que deberá actuar el LVD descrito líneas arriba.

e. Para prevenir un posible “corte” por LVD o por sobrevoltaje, el controlador mediante contactos secos, tiene la opción de enviar dos alarmas preventivas muy importantes, por Bajo Voltaje de baterías y por Alto Voltaje de baterías niveles que se ajustan en campo en las ventanas 309 y 310 respectivamente. Se recomienda que la alarma de Bajo Voltaje se ajuste al 40% de la carga, aproximadamente en 23.5 VDC, de modo de disponer de más de 24 horas para una verificación de la razón de la baja de voltaje, antes de actúe el LVD (22.8VDC), la alarma de alto voltaje se recomienda ajustarlo en 30.0 VDC.

Para mayores alcances sobre la operación del controlador fotovoltaico, favor de referirse al Manual de Operación y Mantenimiento.

### **3. CATÁLOGOS DE LOS COMPONENTES (Anexo N° 10):**

- 3.1. Paneles solares (Siemens)
- 3.2. Cajas PACS4 (Siemens)
- 3.3. Controladores Solares (Siemens)
- 3.4. Bancos de Baterías (CIME)
- 3.5. Cables de Interconexiones (CIME)

### **4. DIAGRAMAS DE FABRICACIONES, MONTAJES E INSTALACIONES (Anexo N° 06):**

#### **4.1. Layouts de Ubicación General:**

4.1.1. SITE XV 20004:	Lámina	L-07-R2
4.1.2. SITE XV 20005:	Lámina	L-08-R2
4.1.3. SITE XV 20006:	Lámina	L-09-R2
4.1.4. SITE XV 20015:	Lámina	L-10-R2

#### **4.2. Layouts de Ubicación de Cimentaciones:**

4.2.1. SITE XV 20004:	Lámina	L-16 (*1)
4.2.2. SITE XV 20005:	Lámina	L-17 (*1)
4.2.3. SITE XV 20006:	Lámina	L-18 (*1)
4.2.4. SITE XV 20015:	Lámina	L-19 (*1)

(\*1): Falta Conformidad por parte de TECHINT

#### **4.3. Layouts de Ubicación de Baterías:**

4.3.1. SITE XV 20004:	Lámina	L-06-R1 (*1)
4.3.2. SITE XV 20005:	Lámina	L-06-R1 (*1)
4.3.3. SITE XV 20006:	Lámina	L-05
4.3.4. SITE XV 20015:	Lámina	L-06-R1 (*1)

(\*1): Falta Conformidad por parte de TECHINT

#### **4.4. Diagramas de Estructuras de Baterías:**

4.4.1. Estante para 12 Baterías OPzV 2300	Lámina	EB-01-R1
---	--------	----------



4.4.2. Estante para 24 Baterías OPzV 2300 Lámina EB-02-R1

**4.5. Diagramas Eléctricos de Principio:**

4.5.1. SITE XV 20004: Lámina D-01-R1  
 4.5.2. SITE XV 20005: Lámina D-02.R1  
 4.5.3. SITE XV 20006: Lámina D-03-R1  
 4.5.4. SITE XV 20015: Lámina D-04-R1

**4.6. Diagramas Eléctricos de Instalación:**

4.6.1. SITE XV 20004: Lámina D-05-R1 (Paneles – Cajas PACS4)  
 4.6.2. SITE XV 20005: Lámina D-05-R1 (Paneles – Cajas PACS4)  
 4.6.3. SITE XV 20006: Lámina D-06-R1 (Paneles – Cajas PACS4)  
 4.6.4. SITE XV 20015: Lámina D-07-R1 (Paneles – Cajas PACS4)  
 4.6.5. Todos los SITEs: Lámina D-08 (Detalle Acceso a Cajas PACS4)  
 4.6.6. SITE XV 20004/05: Lámina L-13-R1 (Ubicac. y cable Cajas PACS4)  
 4.6.7. SITE XV 20015: Lámina L-14-R1 (Ubicac. y cable Cajas PACS4)  
 4.6.8. SITE XV 20006: Lámina L-15-R1 (Ubicac. y cable Cajas PACS4)  
 4.6.9. SITE XV 20006: Lámina L-11-R1 (Ubicac. de Controladores)  
 4.6.10. SITE XV 20004/05/15: Lámina L-12-R1 (Ubicac. de Controladores)

**4.7. Diagramas de Montajes Mecánicos:**

4.7.1. SITE XV 20004: Lámina E-03-R2 (BIPOSTE – Vista Lateral)  
 4.7.2. SITE XV 20005: Lámina E-03-R2 (BIPOSTE – Vista Lateral)  
 4.7.3. SITE XV 20006: Lámina E-03-R2 (BIPOSTE – Vista Lateral)  
 4.7.4. SITE XV 20015: Lámina E-04-R2 (BIPOSTE – Vista Lateral)  
 4.7.5. Piezados BIPOSTES Lámina E-06  
 4.7.6. Piezados BIPOSTE Lámina E-07  
 4.7.7. Cimentación BIPOSTE Lámina E-09  
 4.7.8. Plantilla de Fijación Varillas: Lámina L-20 (\*1)

(\*1): Falta Conformidad por parte de TECHINT

**5. VERIFICACIONES PREVIAS AL MONTAJE:**

5.1. Relación de Herramientas y Equipos (para cada Grupo de Trabajo):

- 5.1.1 Juego de alicates
- 5.1.2 Juego de desarmadores
- 5.1.3 Juego de llaves mixtas en pulgadas
- 5.1.4 Juego de llaves mixtas en mm
- 5.1.5 Llaves tipo “ratcher” en pulgadas
- 5.1.6 Laves francesa de 10” y 12”
- 5.1.7 Lima media caña, grano bastarda
- 5.1.8 Lima redonda, grano bastarda
- 5.1.9 Nivel Horizontal
- 5.1.10 Nivel Vertical
- 5.1.11 Correas para izaje de baterías
- 5.1.12 Taladro en DC + batería

- 5.1.13 Talado en AC + grupito electrógeno portátil.
- 5.1.14 Juego de brocas HSS
- 5.1.15 Escaleras tipo tijeras de 2.5 mts y 1.5 mts
- 5.1.16 Multímetro
- 5.1.17 Brújula.
- 5.1.18 Inclínómetro
- 5.1.19 Torquímetro
- 5.1.20 Fuente Variable (10.5-15)VDC/(15-35)VDC con potenciómetro de Precisión
- 5.1.21 Micro Computadora portátil (Lap Top)

5.2. Revisión de los equipos y materiales según los “paking List” en cada caso:

## **6. LISTA DE REPUESTOS PARA DOS AÑOS:**

6.1. **SIEMENS**

## **7. CERTIFICACIONES DE PRUEBAS DE FÁBRICA:**

7.1. **SIEMENS**

## **8. HOJAS DE CÁLCULO:**

## **9. SOPORTE TÉCNICO:**

9.1. **Asistentes:**

9.1.1. Ing° José Blanco: Tf: e-mail:

9.1.2. Sr Elías Behar:

9.1.3. Ing° Vicente López: Tf: (511) 222 6083 e-mail: vlopez@cime.com.pe

9.1.4. Ing° Jafett Vergara: Tf: (511) 222 6083 e-mail: jvergara@cime.com.pe

## **10. ANEXOS:**

- 10.1. Anexo N° 01: Montajes de los Sistemas BIPOSTES, Paneles Solares, Cajas PACS4, Baterías, Controlador Solar
- 10.2. Anexo N° 02: Conexionado Eléctrico
- 10.3. Anexo N° 03: Diagramas de Ingeniería (CIME)
- 10.4. Anexo N° 04: Paking List: Provisión CIME (Perú)
- 10.5. Anexo N° 05: Manual SCHOTT (PMC 9700)
- 10.6. Anexo N° 06: Diagramas SCHOTT
- 10.7. Anexo N° 07: Manual de Mantenimiento del Controlador PV
- 10.8. Anexo N° 08: Cuadro de “Seteo” de Parámetros Fundamentales
- 10.9. Anexo N° 09: Especificaciones Técnicas de los Componentes
- 10.10. Anexo N° 10: CATÁLOGOS de los fabricantes
- 10.11. Anexo N° 11: Diagrama Explicativo

---

# A N E X O N° 01

---

## PROCEDIMIENTOS DE MONTAJES

### 1. ESTRUCTURAS BIPOSTES

#### 1.1. GENERALIDADES:

1.1.1. Una estructura BIPOSTE está preparada para “montar” 24 Paneles Siemens SP 75.

1.1.2. Cada estructura requiere como mínimo un rectángulo de 6,346 mm x 2,400 mm.

1.1.3. La separación mínima en los espacios asignados son:

- 2.00 m entre el Shelter y los paneles solares.
- 0.30 mm lateralmente un BIPOSTE del otro.
- Altura máxima del Shelter desde el piso de 3,200 mm para que en ningún momento del año produzca sombra sobre los paneles.

1.2. Se adjuntan 14 láminas que ayudarán para el montaje de los BIPOSTES, las que se describen seguidamente.

1.2.1 Ubicación de Cimentaciones y Posición relativa:

- SITE XV-20004: Lámina L-16 y lámina L-07-R2
- SITE XV-20005: Lámina L-17 y lámina L-08-R2
- SITE XV-20006: Lámina L-18 y lámina L-09-R2
- SITE XV-20015: Lámina L-19 y lámina L-10-R2

Verificar distancias entre cimentaciones y hacia los shelters. Así como la correspondencia entre ejes de BIPOSTES y de Controlador dentro de cada shelter.

1.2.2 Vistas Laterales y Piezados de BIPOSTES

- SITEs XV-20004/05/06: Lámina E-03-R2
- SITE XV-20015: Lámina E-04-R2
- Todos lo SITEs: Láminas E-06-R1, E-07/09

#### 1.3. MONTAJE DE UN (01) BIPOSTE:

Proceder según se indica seguidamente ajustando las tuercas de la pernería dejando un muy ligero juego para al terminar el montaje, realizar un buen ajuste final.

a. Seleccionar dos cimentaciones cuya distancia entre ejes sea “A” = 3,172 mm

b. En cada una de ellas ubicar dos postes (Pieza **P5**) haciendo coincidir los agujeros de su base con las varillas de anclaje de 3/8”Ø existentes en cada cimentación, con el cuidado que las orejas del poste estén orientados lateralmente, y proceder a fijarlos con una arandela de presión + una arandela plana + doble tuerca de 3/8”Ø.

c. Seguidamente en cada uno de los dos postes, montar a cada lado de las orejas superior la pieza **P2** (canal de 3” x 1 ½”), utilizando el agujero central, usando un kit de pernos 3/8”Ø x 1”(+tuerca + arandela de presión + 2 arandelas planas) . Cada BIPOSTE tiene 4 piezas **P2**.

d. Luego, los lados laterales de cada pieza **P2**, “arriostarlos” hacia el poste mediante las piezas **P3** y **P4** (ángulos de 1 ½” x 1/8”), en cada extremo de éstos se usa un kit de perno de 3/8”Ø x 1” (perno + tuerca + arandela de presión + dos arandelas planas). En el poste estos arriostres se fijan lateralmente a las orejas intermedias e inferiores.

e. Seguidamente, 4 piezas unidas **P1a + P1b** (para llegar a los 6,343 mm totales que se requiere) (canales de 3" x 1 1/2"), se montan sobre las piezas **P2** en forma cruzada a manera de "parrilla", en posición opuesta dos a dos, tal como se muestran las láminas E-03-R2 y E-04-R2 y lámina E-05. Usando kits de pernos 5/16"Ø x 1" (+ tuerca + arandela de presión + 2 arandelas planas)

f. Finalmente se procede a dar el ajuste final de toda la pernería del BIPOSTE, empezando por los postes comprobando la verticalidad de éstos utilizando un Nivel vertical, siguiendo con el resto de la pieza, quedando así listo el BIPOSTE para recibir los paneles solares y accesorios que sean necesarios en cada caso.

#### 1.3.1 Montaje de Resto de BIPOSTES:

Proceder de manera similar con el resto de BIPOSTES de cada SITE

#### 1.4. DESCRIPCIÓN DEL PIEZADO:

El piezado de los BIPOSTES se pueden ver con todos sus detalles en las Láminas E-06-R1 y E-07

**P5:** Poste de tubo semipesado de 6"Ø (diámetro) x 2.00 mts. con 3 pares de "orejas" en la parte superior para la fijación de las otras piezas.

**P2:** Canal "U" de 3" x 1 1/2" x 1,880 mm: En pareja  
Van en las orejas superiores, a cada lado del poste con los "agujeros" que están a 700mm del eje hacia delante (al norte). Usar una pareja de **P2** con kit de pernos de 3/8" x 1" y dejarlos pivotando (sin ajustar) inicialmente.

**P3:** Angulo de 1 1/2" x 1/8" x 966mm: En pareja.  
Unirán la parte delantera (la que quedará más baja) de **P2** hacia la oreja inferior, **P2** se "apoya" sobre **P3**, usar pernos de 3/8" Ø x 1".

**P4** Angulo 1 1/2" x 1/8" x 802mm: En pareja.  
La parte posterior de **P2** (la quedará más alta), se apoyará sobre **P4** que lo unirá hacia la oreja intermedia, usar pernos 3/8" Ø x 1".

**P1** Canal de 3" x 1 1/2" en dos tramos de 5,990 + 356 mm: En pareja  
**P1a+P1b** unidos con **P1c** (canal 67mm x 32mm x 1/8" x 230mm). Una vez unidos 2 parejas de **P1** se montan paralelos y mirándose 2 a 2 y en forma cruzada sobre las piezas **P2** a modo de parrilla (ver láminas E-05, E-04-R2 y E-03-R2 respectivamente, utilizando los agujeros de 1/2"Ø (hacia abajo) y para arriba los agujeros de 5/16"Ø preparados para recibir los módulos SP 75. Ver lámina E-05.

**P6** Una pareja de Canal de 2" que sirve para el montaje de las cajas **PACS4** y serán montados sólo en un poste de acuerdo con las láminas de los SITES (L-07-R2; L-08-R2; L-09-R2 y L-10-R2 respectivamente)

**P6a:** Canal 2" x 1" x 3 mm x 2,700 mm: 01 pareja - SITE 20015.

**P6b:** Canal 2" x 1" x 3 mm x 2,032 mm: 02 parejas - SITES 20004/05.

**P6c:** Canal 2" x 1" x 3 mm x 1,364 mm: 01 pareja - SITE 20006.

**P7** Cable Rack (escalerilla) para bajada de cables desde las cajas **PACS4** hacia el suelo para que enterrado llegue al Shelter por debajo de éste. Se montará sólo uno por SITE y en el mismo poste de la piezas **P6** (ver láminas E-07; E-03-R2 y E-04-R2), utilizando pieza **P8**

**P8** Abrazadera “U” de espárrago de 3/8”Ø, dos (02) por SITE y para sujetar la pieza **P7** al poste respectivo.

## 2. PANELES SOLARES:

La cantidad total de paneles SIEMENS SP-75 a instalarse en cada SITE está definido en el cuadro inicial de los COMPONENTES OFERTADOS:

En cada sistema BIPOSTE de deben montar 24 Paneles SIEMENS SP-75, se “montarán” transversalmente, en dos filas de 12 c/u. Usar pernos de 1/4” Ø x 3/4” debidamente ajustados. Las ubicaciones de las cajas de conexiones de los paneles, acomodarlos todos hacia el centro (ver láminas E-03-R2 y E-04-R2)

Sólo un BIPOSTE de cada SITE no quedará completo con los 24 SP-75.

## 3. CAJAS PACS 4:

La cantidad total de cajas PACS4 a instalarse en cada SITE está definido en el cuadro inicial de los COMPONENTES OFERTADOS:

De acuerdo a las láminas D-05-R1; D-06-R1 y D-07-R1 denominar las cajas PACS4 según su posición y Sub Arreglo correspondiente (SA 1.1; SA 1.2, SA 1.3; SA 2.1; SA 2.2; SA 2.3 y SA 2.4 respectivo)

Se ubicarán debajo de los paneles solares, todos sobre un par de canales “U” de 2” x 1” (piezas **P6** ) y longitud según cada SITE ( ver láminas E-03-R2 y E-04-R2), que están preparados con los agujeros necesarios. La fijación de cada caja se hará con un kit de stove bolts de 3/16”Ø x 3/4” con su respectiva tuerca cuadrada de 3/16”Ø.

Dichas piezas **P6** serán montados sólo en un poste de acuerdo con las láminas de los SITES (L-07-R2; L-08-R2; L-09-R2 y L-10-R2 respectivamente)

**P6a:** Canal 2” x 1” x 3 mm x 2,700 mm: 01 pareja - SITE 20015.

**P6b:** Canal 2” x 1” x 3 mm x 2,032 mm: 02 parejas - SITES 20004/05.

**P6c:** Canal 2” x 1” x 3 mm x 1,364 mm: 01 pareja - SITE 20006.

## 4. BATERÍAS

La cantidad total de bancos de Baterías SONNENSCHNEIN OPzV 2300 de 2,300 AH a instalarse en cada SITE está definido en el cuadro inicial de los COMPONENTES OFERTADOS:

### ESTANTERÍA:

Previamente en cada Shelter debe montarse los Estantes de Baterías correspondientes: BATTERY BANCK “A”: SITE 20006, BATTERY BANCK “B” para los otros tres SITES y debe ser según las siguientes instrucciones:

4.1. BATTERY BANCK “A”: Favor de observar las láminas: EB-01-R1; EB-03

y EB-04.

**4.1.1. Pza 2:** Diferenciar las que deben montarse a los extremos las piezas denominada **Pza 2<sup>a</sup>** (dos) y la del centro denominada **Pza 2B** (una): **Se diferencian en los agujeros laterales que tienen para el montaje.**

4.1.2. Estando fuera aún del Shelter, colocar en la base de cada una de las tres piezas **Pza 2**, tres aisladores de baquelita color blanco (**Pza 6**) como lo muestra el **Detalle 7** de la Lámina **EB-04**. Dar el ajuste final a los kits de penos  $3/8''\varnothing \times 3/4''$ .

4.1.3. Colocar las tres **Pza 2** dentro del Shelter en la ubicación prevista (lámina L-05) con la separación que se indica en la Lámina EB-01-R1 y acoplarle las diagonales **Pza 5** según los detalles 2 y 4 de la Lámina EB-03. Dejar que los pernos tengan un cierto juego aún.

4.1.4. Proceder a montar las **Pza 1A** según detalle 6 de la Lámina EB-04.

4.1.5. Proceder a montar las **Pza 4** según EB-04 y Detalle 1 de la Lámina EB-03. Dejar un juego en el empernado.

4.1.6. Proceder a montar las **Pza 3A** del lado posterior (más alto) según detalle 5 de la Lámina EB-04.

4.1.7. **Ajustar fuertemente toda la pernería.**

4.1.8. Proceder a montar las baterías según su instrucción respectiva.

4.1.9. Proceder a montar las **Pza 3A** del lado anterior (más bajo) según detalle 5 de la Lámina EB-04, terminándose este montaje.

4.2. BATTERY BANCK "B": Favor de observar las láminas: EB-02-R1; EB-03 y EB-04.

**4.2.1. Pza 2:** Diferenciar las que deben montarse a los extremos las piezas denominada **Pza 2A** (dos), intermedias denominadas **Pza 2B** (dos) y la del centro denominada **Pza 2C** (una): **Se diferencian en los agujeros laterales que tienen para el montaje.**

4.2.2. Estando fuera aún del Shelter, colocar en la base de cada una de las cinco piezas **Pza 2**, tres aisladores de baquelita color blanco (**Pza 6**) como lo muestra el **Detalle 7** de la Lámina **EB-04**. Dar el ajuste final a los kits de penos  $3/8''\varnothing \times 3/4''$ .

4.2.3. Colocar las cinco **Pza 2** dentro del Shelter en la ubicación prevista (lámina L-06-R1) con la separación que se indica en la Lámina EB-02-R1 y acoplarle las diagonales **Pza 5** según los detalles 2 y 4 de la Lámina EB-03. Dejar que los pernos tengan un cierto juego aún.

4.2.4. Proceder a montar las **Pza 1B** según detalle 6 de la Lámina EB-04.

4.2.5. Proceder a montar las **Pza 4** según EB-04 y Detalle 1 de la Lámina EB-03. Dejar un juego en el empernado.

4.2.6. Proceder a montar las **Pza 3B** del lado posterior (más alto) según detalle 5 de la Lámina EB-04.

4.2.7. **Ajustar fuertemente toda la pernería.**

4.2.8. Proceder a montar las baterías según su instrucción respectiva.

4.2.9. Proceder a montar las **Pza 3B** del lado anterior (más bajo) según detalle 5 de la Lámina EB-04, terminándose este montaje.

## **BATERÍAS:**

4.3. SITE 20006: Un Banco de 2300 AH en 24 VDC:

**OBSERVAR CON MUCHO CUIDADO, HAY CARGAS ELÉCTRICAS PELIGORAS**

- 4.3.1. Observar que las 12 celdas (elementos) tipo OPzV 2300 selladas, no presenten signos de rotura o rajadura.
- 4.3.2. La ubicación del banco serán de acuerdo con la lámina L-05.
- 4.3.3. Teniendo la estantería tipo “A” lista hasta el punto correspondiente, usando las correas adecuadas, proceder a colocarlas una a una las 12 celdas.
- 4.3.4. Prever la orientación de los bornes correspondientes para el enseriado del conexionado y que el inicio y final eléctrico queden hacia el lado de la ubicación del controlador solar.
- 4.3.5. Observar para este montaje lo recomendado por el fabricante, entre ellas las separaciones entre celdas (5 mm).
- 4.3.6. Siguiendo la Cartilla de Instrucción del fabricante realizar el interconexionado (enseriado) de las celdas, utilizando los puentes suministrados por ellos para este fin, asimismo proceder a la colocación de los terminales especiales (platinas de Cobre) en los extremos “+” y “-“ correspondientes.

**CUIDADO DE PROVOCAR UN CORTOCIRCUITO EN LAS CELDAS O EN EL BANCO, PODRÍAN EXPLOTAR CELDAS Y CAUSAR DAÑO.**

- 4.3.7. El Banco de Batería queda listo para el interconexionado con el controlador.
- 4.4. SITEs 20004/05/15: Dos Bancos de 2300 AH en 24 VDC c/u.

**OBSERVAR CON MUCHO CUIDADO, HAY CARGAS ELÉCTRICAS PELIGORAS**

- 4.4.1. Observar que las 24 celdas (elementos) tipo OPzV 2300 selladas, no presenten signos de rotura o rajadura.
- 4.4.2. Las ubicaciones de los bancos serán de acuerdo con la lámina L-06-R1
- 4.4.3. Teniendo cada estantería tipo “B” lista hasta el punto correspondiente, usando las correas adecuadas, proceder a colocarlas una a una las 24 celdas.
- 4.4.4. Prever la orientación de los bornes correspondientes para el enseriado del conexionado y que el inicio y final eléctrico de cada uno de los dos bancos de cada SITE, queden hacia el lado de los pases eléctricos (Cable Gland), más cerca del controlador solar.
- 4.4.5. Observar para este montaje lo recomendado por el fabricante, entre ellas las separaciones entre celdas (5 mm).
- 4.4.6. El montaje de las celdas empezar por los extremos y terminar hacia el centro.
- 4.4.7. Siguiendo la Cartilla de Instrucción del fabricante realizar el interconexionado (enseriado) de las celdas de cada uno de los dos bancos, utilizando los puentes suministrados por el fabricante para este fin, asimismo proceder a la colocación de los terminales especiales (platinas de Cobre) en los extremos “+” y “-“ correspondientes.

**CUIDADO DE PROVOCAR UN CORTOCIRCUITO EN LAS CELDAS O EN EL BANCO, PODRÍAN EXPLOTAR CELDAS Y CAUSAR DAÑO.**

- 4.4.8. El Banco de Batería queda listo para el inter-conexionado con el controlador.

## 5. CONTROLADOR SOLAR FOTOVOLTAICO:

La cantidad y modelos de los Controladores Solares Fotovoltaicos SCHOTT APPLIED POWER a instalarse en cada SITE está definido en el cuadro inicial de los COMPONENTES OFERTADOS:

El montaje en cada SITE deberá ser en base a las láminas L-11-R1 y L-12-R1, y siguiendo las recomendaciones y láminas adicionales del fabricante “TWO SEAS METALWORKS” preparando antes los pases que deben tener para el ingreso y salidas de los cables correspondientes.



# **PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN Y PRUEBAS DE CUATRO SISTEMAS SOLARES OCP ECUADOR**

## **1. INTRODUCCIÓN:**

La empresa TECHINT, por intermedio de SIEMENS SOLAR – Argentina, ha encargado a CIME COMERCIAL S.A, la supervisión final de las instalaciones, arranque y puesta en servicio de cuatro sistemas solares fotovoltaicos, uno de 12 KWp, dos de 10.2 KWp y uno de 4.95 KWp, para disponer de electricidad en + 24 VDC para los equipos de control y comunicaciones, en las estaciones signadas con los códigos XV 20004, XV 20005, XV 20006 y XV 20015 del proyecto del OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS del ECUADOR.

## **2. PROCEDIMIENTO DE ENTREGA DE CADA SISTEMA:**

### **2.1. VERIFICACIÓN DE COMPONENTES INSTALADOS:**

En base a la plantilla “INVENTARIO DE OBRA”, se comprobará la instalación física de paneles solares, soportes, cajas de paralelaje, controlador fotovoltaico, bancos de baterías y las interconexiones eléctricas correspondientes, tomando nota de marcas, modelos y números de serie correspondientes (para los paneles solares, en formato aparte).

### **2.2. VERIFICACIONES PREVIAS**

- 2.2.1. Verificación del Norte : .....
- 2.2.2. Verificación de la inclinación de los paneles: .....
- 2.2.3. Conexiónados entre paneles solares: .....
- 2.2.4. Conexiónado Paneles a Cajas PACs: .....
- 2.2.5. Conexiónado Cajas PACs a Controlador: .....
- 2.2.6. Conexiónado del Sensor de Voltaje (c/fus, aéreo 1A): .....
- 2.2.7. Conexiónado del Sensor de temperatura de las baterías: .....
- 2.2.8. Todos los Breakes OFF: .....
- 2.2.9. Conexiónado del Banco de Baterías al Controlador: .....
- 2.2.10. Verificación de la encendido de la Tarjeta de Control: .....
- 2.2.11. Tomar lectura de los voltajes de cada celda del banco de baterías: .....

### **2.3. PRUEBAS OPERATIVAS DE LA TARJETA DE CONTROL:**

- 2.3.1. Se realizará utilizando la fuente variable de tensión DC / DC de muy bajo consumo: mínimo 10 – 15 VDC input / 20 – 35 VDC output, y fijarlo previamente con una salida de aprox. 25 VDC (utilizar parte del banco de batería para el input).
- 2.3.2. Desconectar de la tarjeta de control el cable del sensor de voltaje, previamente retirar el fusible de éste (1A), por defecto la tarjeta tomara como referencia el voltaje de entrada del “power”
- 2.3.3. Conectar la fuente variable en los bornes correspondientes:
- 2.3.4. Proceder según la hoja de pruebas del “Anexo 08”, verificando la operatividad de los diferentes niveles “seteados” en la diferentes ventanas, fundamentalmente lo siguiente:

- Desconexión y reconexión de las dos etapas de los paneles (2.4 V):
- Activación de las alarmas de alto y bajo (aprox. 70% SOC) voltaje de baterías, y verificación del cambio de estado de los contactos secos correspondientes:
- Operación del LVD (aprox. 80% de carga de las bat.):
- Operación del regulador de voltaje de salida a la carga:
- Verificación del parámetro de compensación por temperatura:

#### 2.4. OTRAS PRUEBAS:

2.4.1. Previo a la conexión de los paneles, verificar los voltajes en vacío de los Paneles Solares, cada input.

2.4.2. Conecta todas los inputs mediante los breakers respectivos.

2.4.3. Tomar nota del voltaje inicial de recarga (si se dispone de amperaje = sol):

2.4.4. Tomar nota del amperaje inicial de cada etapa y de la suma de las dos (si se dispone de sol):

2.4.5. Voltajes celda por celdas y total de las baterías con paneles conectados: .....

#### 2.5. PRUEBA DE CORRECTA GENERACIÓN DE PANELES SOLARES:

Se trata de comprobar que el conexionado esté completamente realizado y que los paneles entreguen la mayor energía posible.

Asegurarse que los paneles estén limpios de polvo y suciedades.

Utilizar la CARTILA DE GENERACIÓN DE PANELES SOLARES

**IMPORTANTE !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!**

**LAS LECTURAS DE LA INSOLACIÓN Y DEL AMPERAJE  
CORRESPONDIENTE, DEBE SER AL MISMO MOMENTO**

## A N E X O N° 09

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES

#### 1.1. Paneles solares

1. Marca : **SIEMENS**
2. Fabricante : *Siemens Solar Industries*
3. Modelo : *SP75*
4. Capacidad (Potencia Nominal) : *75 watts a condiciones estándar de pruebas (STC) de 1000 watts/m<sup>2</sup> de irradiación solar, temp. De célula de 25°C y un A.M. de 1.5 (masa de aire).*
5. Tipo de célula o celda : *Monocristalino (mayor eficiencia) con la patente Power Max, siguen generando aún a muy bajos niveles de insolación (irradiación).*
6. Número de Células en serie : *36; se generan voltajes adecuado aún a temperaturas ambientes muy altas.*
7. Eficiencia del Módulo : *Área del módulo: 0.6324 m<sup>2</sup>  
Potencia recibida: 634.4 watts  
Potencia generada: 75.0 watts  
Eficiencia: 11.82% (Nota. La eficiencia de célula es mayor)*
8. Corriente de Régimen del Modulo : *4.40 ADC*
9. Curva I-V para 1 KW/M<sup>2</sup>, A.M. de 1.5 y a 25°C : *Favor de ver catalogo técnico de panel Siemens SP75.*
10. Corriente de corto circuito (Isc) : *4.80 VDC*
11. Voltaje de circuito abierto (Voc) : *21.7 VDC*
12. Voltaje a Potencia Pico (Vmpp) : *17.0 VDC (debido a las 36 células en serie)*
13. Características Constructivas :
  - 13.1 36 celdas Monocristalinas –PowerMax : *La patente POWERMAX de Siemens, es un proceso especial de fabricación de superficies con textura piramidal con una capa adicional antireflexiva y da como resultado una gran absorción de fotones incluso a bajos niveles de luz (irradiación), haciendo que estas celdas generan el máximo de energía a través del día.*
- 13.2 Encapsulado : *Vidrio frontal reforzado permitiendo el máximo ingreso de la luz y a su vez protegiendo el panel solar en condiciones adversas como granizada, hielo y tempestad. Las celdas solares están laminadas entre el vidrio frontal y en la parte posterior con plástico EVA (acetato de viniletileno) en*

varias capas, protegidas así de la humedad y se asegura la estabilidad UV y el aislamiento eléctrico.

- 13.3 Marco** : *Robusto de aluminio anodizado, resistente a la tracción garantizando una estabilidad mecánica muy resistente a cargas de nieve y vientos muy fuertes.*
- 14. Requerimiento de instalación** : *El marco de aluminio además de ser robusto, es liviano y está preparado con agujeros para un fácil montaje. La caja de conexión está preparada para un fácil conexionado, además de estar protegido contra el medio ambiente. Los paneles deben estar montados con la cara dirigida al norte geográfico (HEMISFERIO Sur) y a una inclinación respecto a la horizontal de un ángulo igual a la latitud de instalación +5°, con un mínimo de 15°.*
- 15. Requerimiento de Mantenimiento.** : *Sólo limpieza periódica del panel según el grado de polución de la zona y un ajuste anual de la pernería de las cajas de conexiones..*
- 16. Tiempo de vida útil esperado** : *Siemens garantiza una vida útil de 25 años con un factor de reducción máxima de 10% a los 10 años y 20% a los 25 años.*
- 17. Certificados de Garantía** : \* *ISO 9001*  
\* *CE*  
\* *UL-1703*  
\* *Otros más (favor de ver catálogo de panel SIEMENS SP75)*
- 18. País de Procedencia** : *Estados Unidos (USA)*

#### 1.2. Soportes BIPOSTES para 24 Paneles SP 75.

- 1. TIPO** : BIPOSTE, a base de dos Tubos metálicos de 6"Ø y 2.0 m de alto, con perfiles tipo "C" de 3" y 2" y perfiles angulares de 2" y 1 1/2" x 3mm de espesor, todo galvanizado en caliente, formando un chasis con una inclinación aproximada de 15°, para montar 24 paneles SP 75.
- 2. Material** : Tubos y perfiles metálicos con especificación ASTM A36
- 3. Protección** : Galvanizado en caliente , mínimo 80 micras de espesor.
- 4. Pernería** : Galvanizada.
- 5. Capacidad** : Hasta 24 paneles SIEMENS SP 75
- 6. Forma** : Forma de chasis sobre dos postes, para montar 24 paneles SP75, anclaje mediante base metálica con 8 agujeros para pernos de 3/8"Ø (requiere una base de concreto armado con los 8 pernos prefijados.
- 7. Procedencia** : *Perú - CIME COMERCIAL S.A.*
- 8. Resto de detalles** : *Favor de referirse a las láminas correspondientes*

#### 1.3. Cajas de paralelaje:

1. **Marca** : *SOLAR ELECTRIC SPECIALTIES CO - SES*
2. **Fabricante** : *SOLAR ELECTRIC SPECIALTIES CO - SES*

3. Modelo	: <b>PACS4</b>
4. Voltaje	: <i>12, 24 y 48 VDC</i>
5. Capacidad Amperaje	: <i>350 A</i>
6. Inputs por polo "+" o "-"	: <i>15 de # 14 – 10 AWG</i>
7. Outputs por polo "+" o "-"	: <i>02 de # 14 – 2/0 AWG</i>
8. Tamaño	: <i>10" x 12" x 6"</i>
9. Montaje	: <i>Exterior</i>
10. Surge Arrestor	: <i>Especial para DC, de hasta 50 KA de capacidad</i>
11. Procedencia	: <i>USA</i>

#### 1.4. Controladores Solares:

Marca	: SCHOTT APLIED POEWR
Procedencia	: U S A
Serie	: PMC 9700.
Modelos	: 480/50+100/24 y 240/30+100/24
Voltaje nominal	: +24VDC (negativo a tierra)
Capacidades	: 480 y 240 Amps lado solar 50 y 30 Amps. Cargas Permanentes 100 y 100 Amps. Cargas Transitorias
Relés de Mercurio	: Cuatro y dos por etapa, de 60 Amp. para la operación automática de regulación de recarga de las baterías desde los paneles solares.
Tiempo de Vida Esperado	: Más de 20 años, pues los relés de mercurio tienen una capacidad de operación de más de 15 millones a plena carga sin desgaste de contactos.
Tecnología de Control	: A base de microprocesador, 100% estado sólido, de bajo consumo, máxima eficiencia, precisión y flexibilidad, de dos etapas de regulación de recarga de las baterías.  Posee un software que permite leer en un display LCD, todos los valores instantáneos de voltaje de los paneles, amperaje de consumo (load) y amperaje de baterías, estado (ON/OFF) de los diferentes relés de mercurio y de las alarmas remotas (contactos secos), valores corregidos de los diferentes niveles de operación, estado de la

valores corregidos de los diferentes niveles de operación, estado de la batería (% que carga remanente) y número de horas de autonomía que queda en ellas. Permite ver el estado (ON/OFF) de limitador de voltaje a la carga y entre qué niveles debe trabajar dicho limitador.

Permite leer datos estadísticos almacenados en su memoria no volátil, tal como AH total input, AH total output, voltaje máximos y mínimos, temperaturas máximas y mínimas, corrientes de paneles y de consumo máximos y mínimos y en todos los casos indica la fecha y hora en que ocurrió cada evento. Permite resetear estos datos estadísticos y volver a empezar en cero (el acceso para esto es mediante un "password").

Permite también leer y poder reprogramar los diferentes niveles prefijados para las diferentes operaciones de cada componente (el acceso para la reprogramación es mediante un "password").

Adicionalmente, posee un puerto RS232 que permite acceder, ejecutar y reprogramar todo lo señalado, desde una PC directamente conectada o a distancia a través de un modem. Se puede vaciar toda la información que posee el controlador e imprimirla.

LVD

: Protección de sobre descargas de baterías. Corta el suministro al consumo a un valor prefijado, mediante relés de mercurio.

Gabinete

: De montaje interior, con puerta frontal para facilitar el acceso a los circuitos.

Compensador por Temperatura

: Ajuste automático en función de la temperatura de las baterías, de la reconexión y desconexión de los paneles solares, lo que redundará en una mejor

recarga y mayor tiempo de vida útil de dichas baterías.

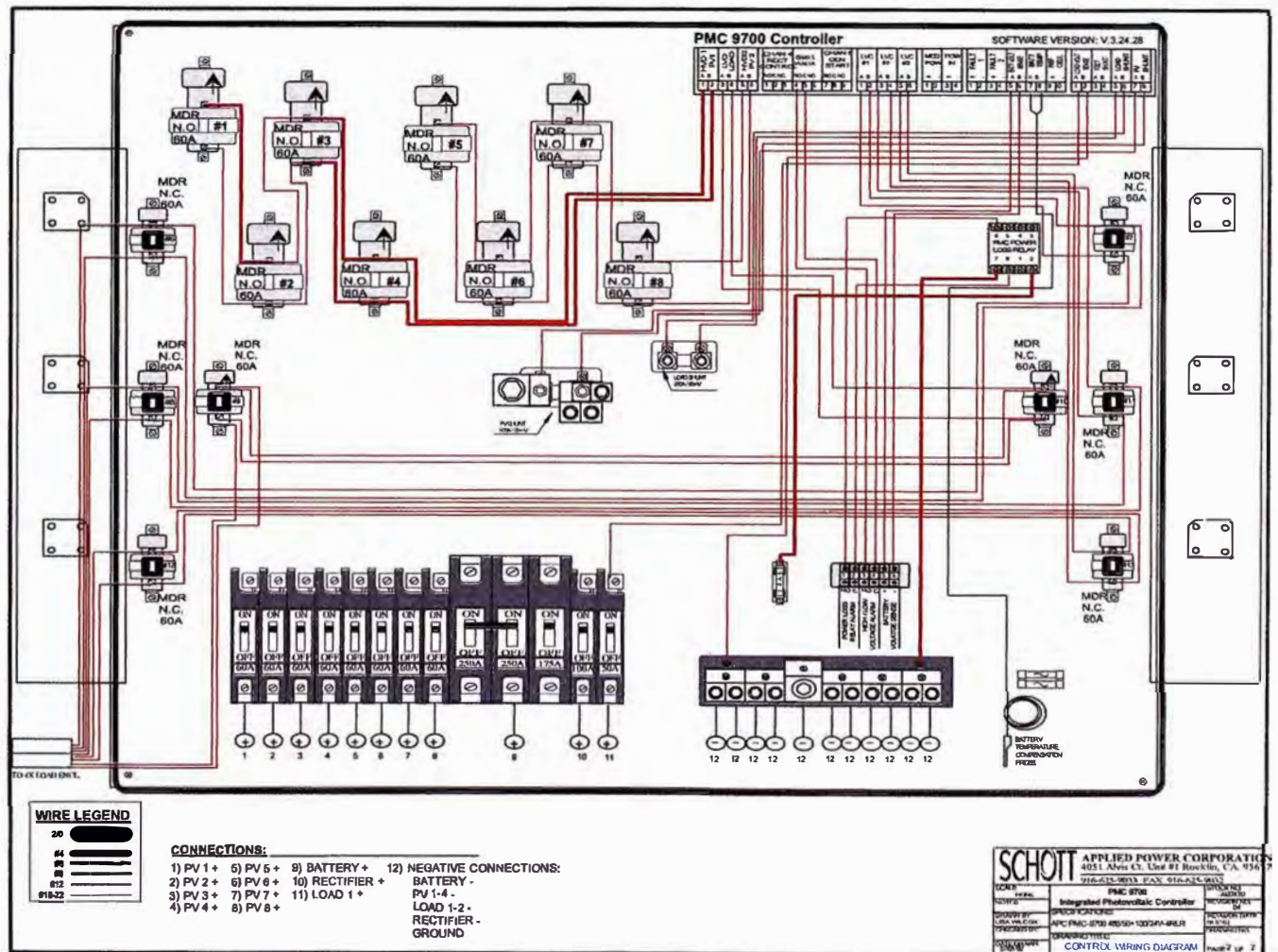
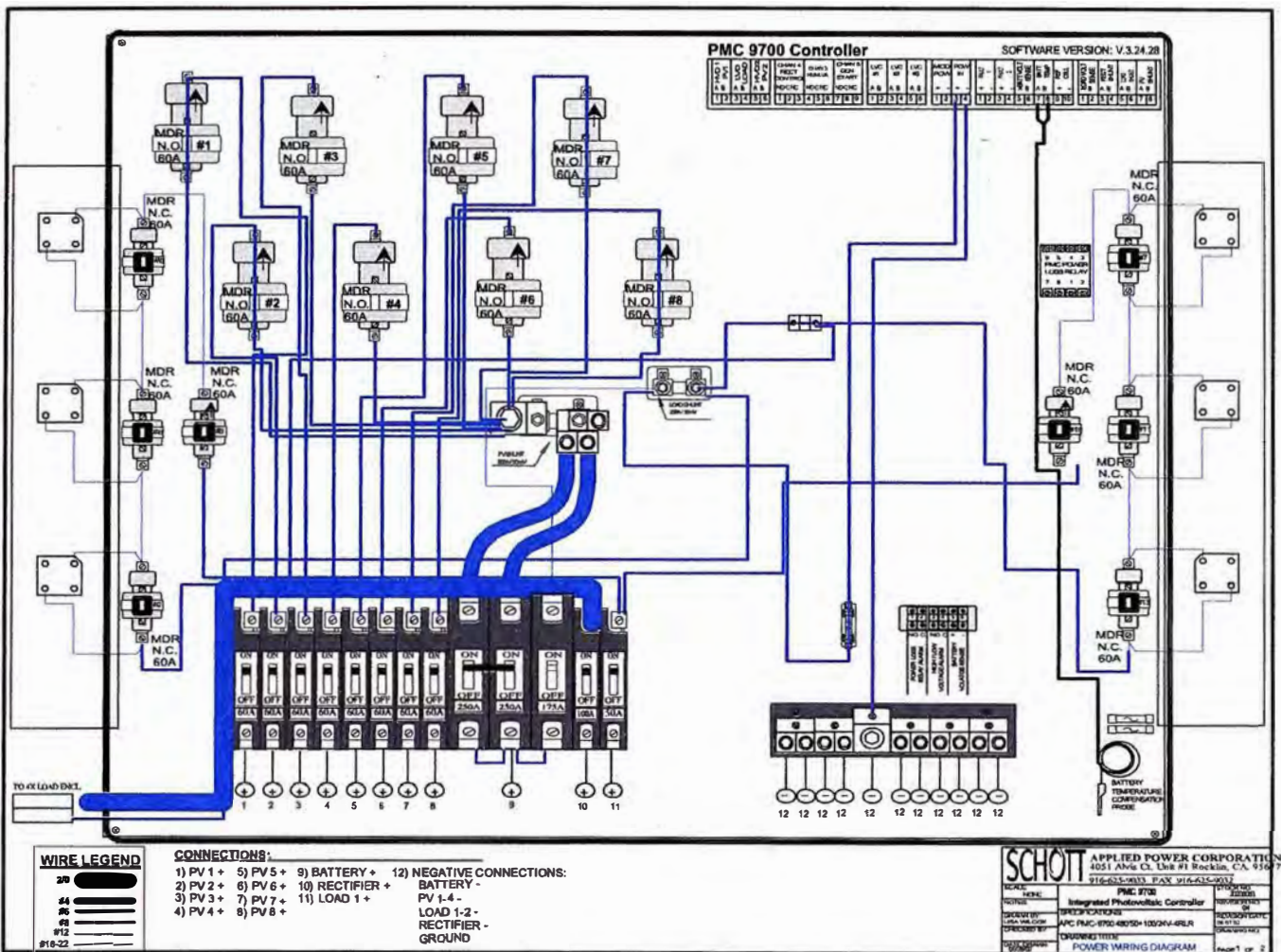
Alarmas : Provistos de contactos secos para alarmas preventivas (no ejecutivas) de alto y bajo voltaje de baterías.

Interruptores : Están provistos de adecuados interruptores termomagnéticos para las dos etapas de arreglos solares, para los consumos (loads) y para las baterías.

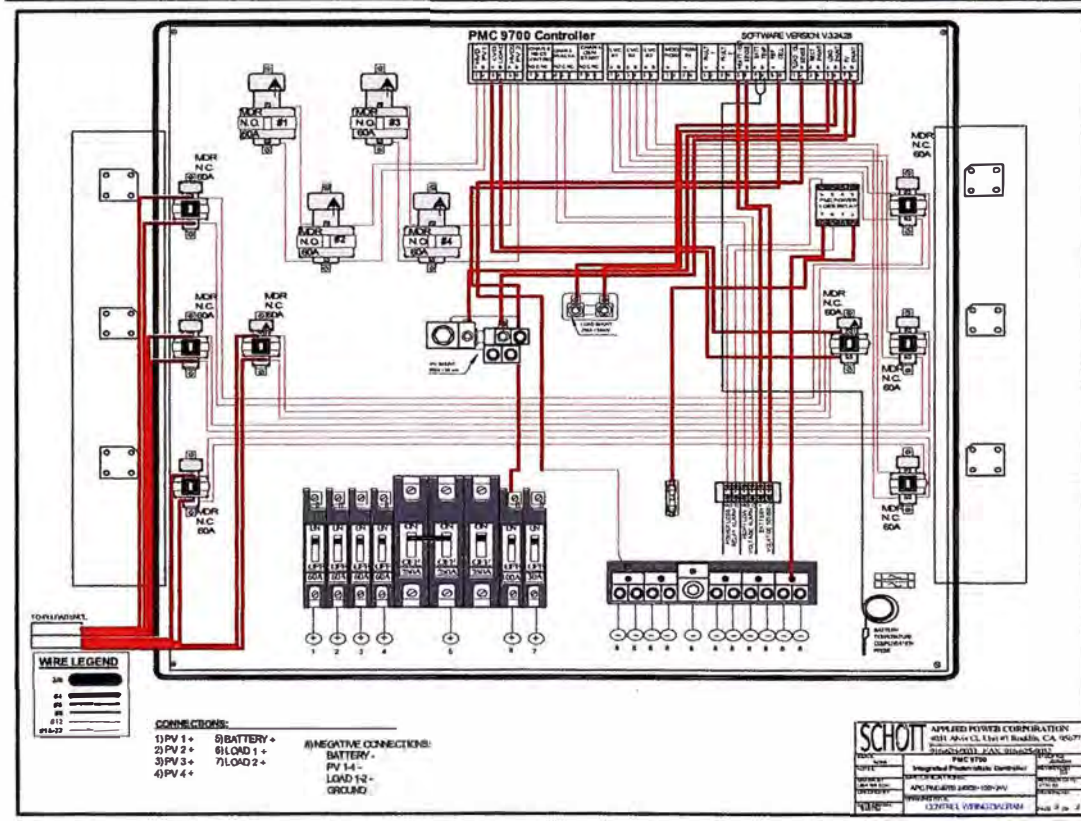
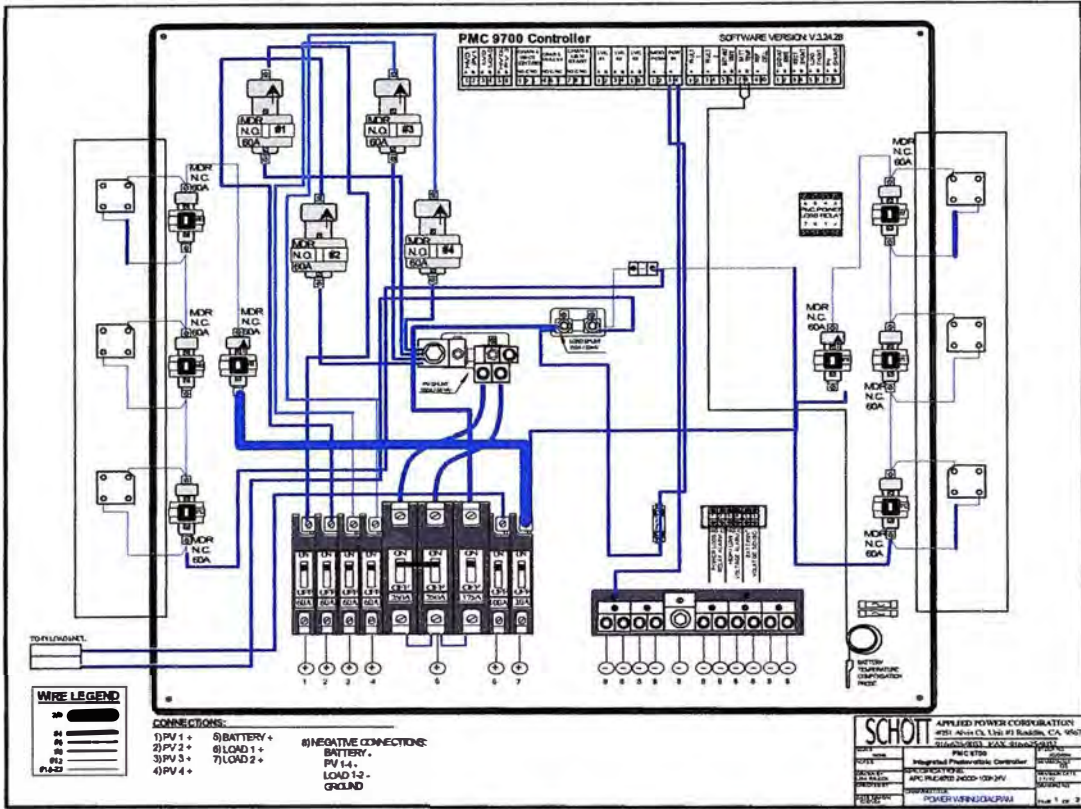
Limitador de Voltaje a la carga (Load) : Se realiza en 3 etapas, mediante tres relés de mercurio que están en paralelo con diodos "silicon dropper". Cuando el voltaje a la cara llega al valor máximo prefijado (día soleado), actúa el primer relé (se abre) y hace que la corriente pase a través del "silicon dropper" produciéndose una caída de aproximadamente Si el voltaje sigue incrementándose entrará la 2da. etapa y luego la 3era. Cuando el voltaje comienza a decrecer (tarde) y baja al nivel prefijado, a la operación se realizar a las inversa de modo que puede llegar el voltaje pleno de batería a la carga.

#### 1.5. Bancos de Baterías

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1) Marca                    | : SONNENSCHNEIN   |
| 2) Fabricante               | : EXIDE TECHNOLOGIES  |
| 3) Procedencia              | : <b>Mercado Europeo</b>  |
| 4) Modelo                   | : <b>Dryfit A600 Solar – 12 OPzV 2300</b>   |
| 5) Capacidad en C100        | : 2300 AH   |
| 6) Voltaje                  | : 24 VDC  |
| 7) Tecnología               | : <i>Aplicación solar especial, plomo-ácido, sellada, libre de mantenimiento, de larga vida, electrolito gelizado, no emite gases peligrosos, no hay derrames ni sulfatación de bornes.</i> |
| 8) Seguridad                | : <i>Provistos de válvula reguladora de presión (VRLA)</i>  |
| 9) Descarga                 | : <i>Recomendado hasta el 80%</i>   |
| 10) Contenedor              | : <i>Plástico (SAN) endurecido, de alto grado de resistencia al ácido, de mínima inflamabilidad</i>   |
| 11) Nº de ciclos            | : <i>Más de 5000 ciclos a un DOD del 20%</i>  |
| 12) Tiempo de vida esperado | : <i>08 a 10 años</i>   |
| 13) Otras características   | : <i>Fabricado de material reciclable, transportables vía aérea de acuerdo a IATA.</i>  |







# A N E X O N° 08

## CUADRO DE “SETEOS” DE PARÁMETROS FUNDAMENTALES

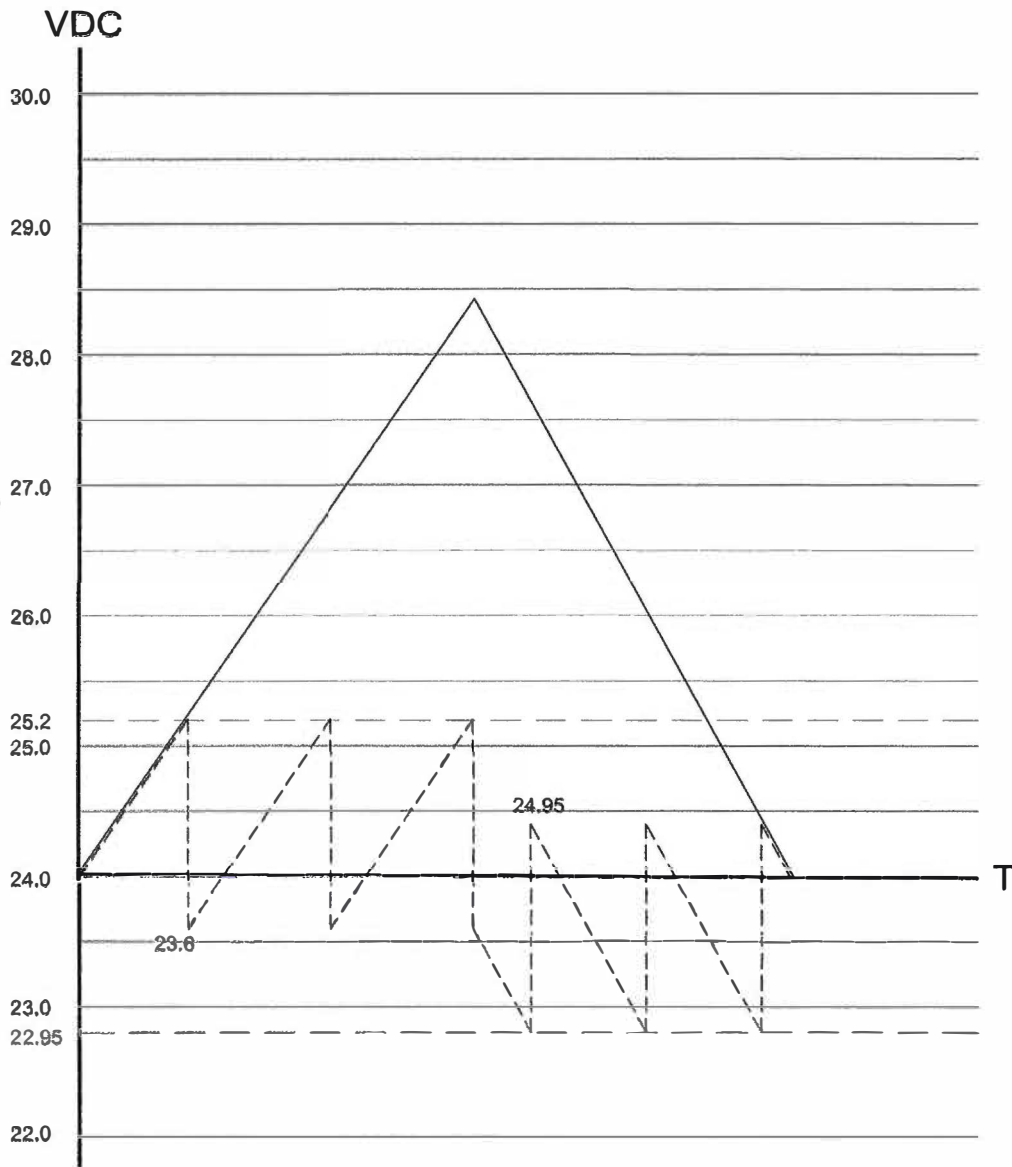
<b>TECHINT</b>	<b>SIEMENS</b>
<b>PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL CONTROLADOR FOTOVOLTAICO</b>	
MARCA: <input style="width: 150px;" type="text"/>	MODELO: <input style="width: 150px;" type="text"/>
FECHA: .....	
SITE: .....	
Tipo de Prueba: <input style="width: 100px;" type="text"/> <b>EN VACÍO</b> <input style="width: 100px;" type="text"/> <b>CON CARGA</b>	
<b>SETEO DE PARÁMETROS FUNDAMENTALES</b>	
<b>Nivel 2:</b>	<input type="checkbox"/> OK
202 Set Manual Equalize Disable	<input type="checkbox"/>
203 N.O. Mode T On hh.mm Off at Night 06:00	<input type="checkbox"/>
204 N.O. T Off hh.mm 18:00	<input type="checkbox"/>
<b>Nivel 3:</b>	
301 Gen Mode Rec Mode Auto	<input type="checkbox"/>
302 ACD Start End 0.00 0.00	<input type="checkbox"/>
303 LoadReg High V Low V Enable 25.20 22.95	<input type="checkbox"/>
304 HVD Disc. Rec. Pulse 28.80 26.50	<input type="checkbox"/>
305 LVD Disc. Rec. Enable 22.80 25.10	<input type="checkbox"/>
306 HVD2 V High V. Low Pulse 28.20 27.00	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> OK
	307 GEN V On V. Off 24.00 27.00
	308 GEN Wait hr Run min 0 0
	309 LVA V On V. Off 23.50 25.50
	310 HVA V On V. Off 30.00 28.80
	311 Bat TempC High Low mv/C Sp: -120 0
	312 : Disabled
	313 : No tocar
	314 : Capac. del Banco de Baterías
	<input style="width: 50px;" type="text"/> 4600 AH <input style="width: 50px;" type="text"/>
	<input style="width: 50px;" type="text"/> 2300 AH <input style="width: 50px;" type="text"/>
	NOTAS: 1.- Los "valores" indicados, son los más adecuados para un sistema en + 24 VDC, los decimales pueden tener una ligera variación.

En conformidad de lo consignado, firman:

.....  
Por TECHINT

.....  
Por SIEMENS SOLAR

**CONTROLADORES PV APC-SES PMC 9700**  
**"Limitador de Voltaje a la Carga"**  
**DIAGRAMA EXPLICATIVO**



**LEYENDA**

- : Voltaje de Baterias
- - - : Voltaje a la Carga

<b>SIEMENS - Energia Solar</b>					
Calle 122 N° 4785 - San Martín - Buenos Aires - ARGENTINA					
<b>TECHINT</b> COMPAÑIA TECNICA INTERNACIONAL					
PROYECTO: <b>OCP ECUADOR</b>					
REFERENCIA: <b>Diagrama Explicativo de Operación del "Limitador de Voltaje a la Carga" (+24VDC)</b>					ARCHIVO CAD: OCP / D-09
					PLANO N°: <b>D-09</b>
DIB UJ. G:	AR	DIBS E R G:	ING.	REVI SIB:	NG.
L. URIBE		J. VERGARA		P. NEIRA	
FECHA:		19 / 09 / 2002		ESCALA: S / E	



Foto C-1: OCP Ecuador: Campo de Paneles Solares



Foto C-2: OCP Ecuador: Banco de baterías en Shelter

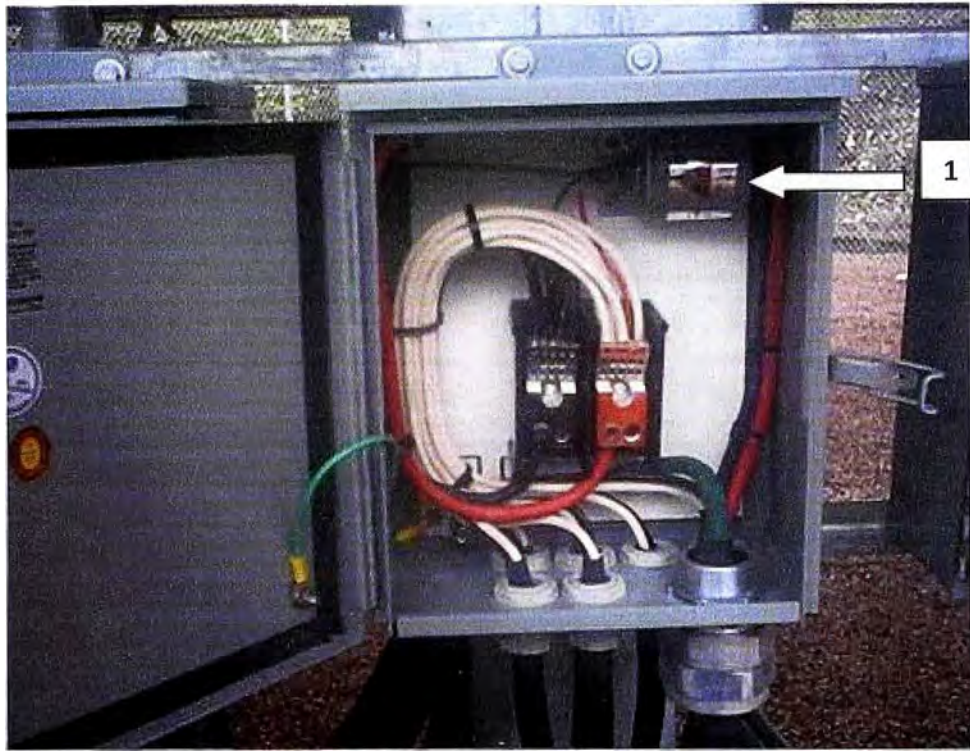


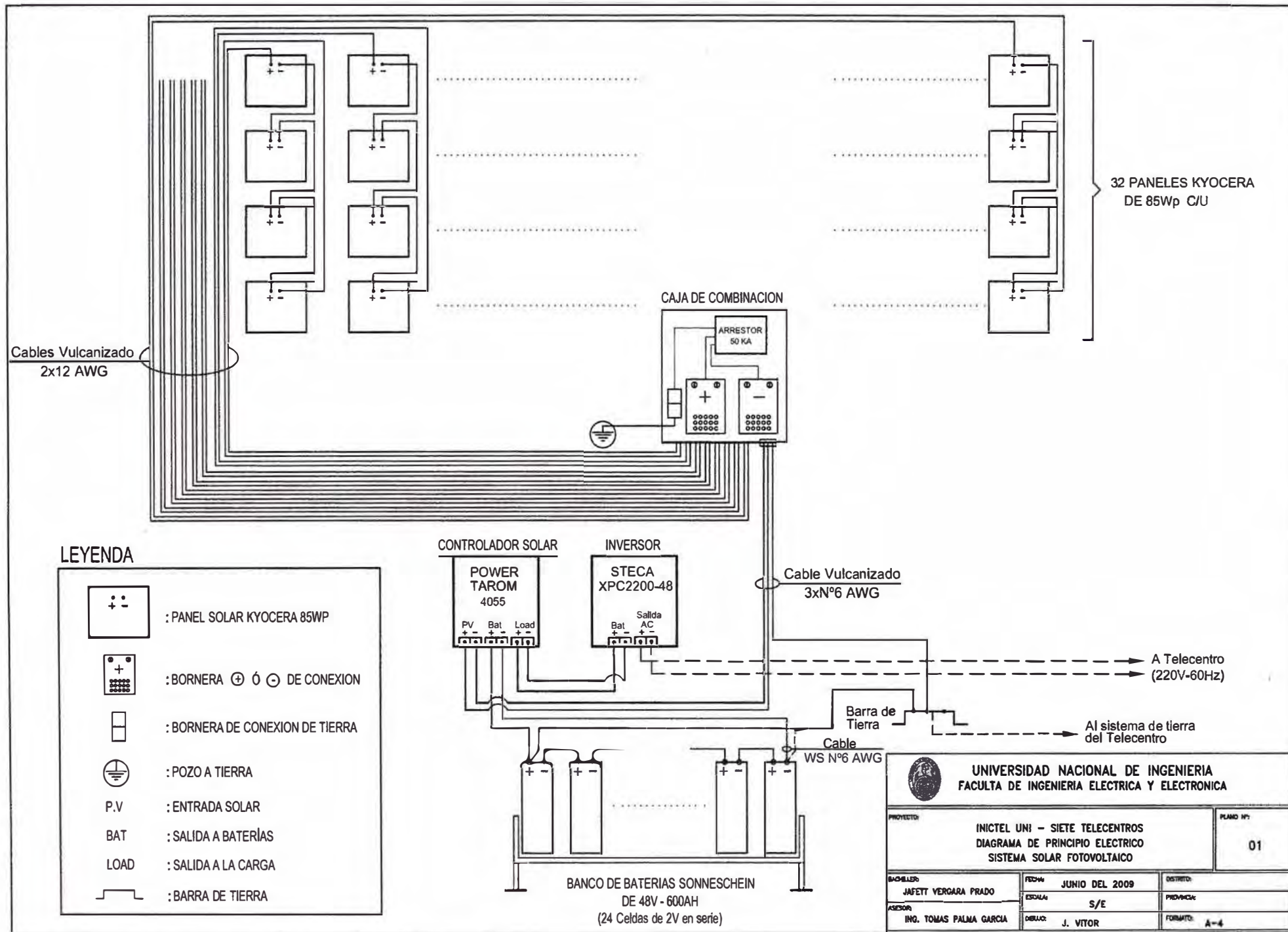
Foto C-3: OCP Ecuador: Caja de Combinación con "Arrestor" (1)



Foto C-4: OCP Ecuador: Cimentación de Soporte Metálico

## ANEXO D: Siete Sistemas Solares para TELECENTROS – LORETO:

A	B	C	D	E	F	G	H	
<b>HOJA DE CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS</b>								
2	Usuario:	INICTEL - UNI						
3	Un (01) sistema solar para 670 W x 8 hr + 125 W x 4 Hr + 80 W x 3 hr						4 días Autonom.	
4	Localidad :	AMAZONAS (Guayabamba)			Latitud: 3.75 SUR Longitud: 73.23 OESTE			
5	Voltaje del Sistema :	48 Voltios		5.295 Amps x 24		Hrs		
6	Consumo total =	6,100.32 Wh/dia		254.18 Watts				
7	Consumo FV =	6,100 Wh/dia		5.30 Amps				
8	<b>SISTEMA SOLAR:</b>		<b>100 %</b>		Cargas:	Amp	hrs/día	
9	Cargas	Consumo (w)	Hrs/día	Servidores, VSAT, Laptops, Ethernet, Ests.Trabajo, 670w	13.960	8.00	111.68	
10	PCs	254.18	24	Ilumi, Imprel25w	2.600	4.00	10.40	
11	Consumo Prom.	127.09	AH/DIA	Scanner80w	1.670	3.00	5.01	
12	Corr.de carga	5.30	Amp.					
13	Horas de sol promedio	0.00		<b>TOTAL AH/d</b>			<b>127.09</b>	
14					Watts Totales:	875.04	<b>Amp Load</b> 18.23	
15	<b>SISTEMA SELECCIONADO:</b>				<b>BATERIAS</b>			
16	<b>PANELES</b>				<b>Autonomía especificada (días)</b> 4			
17	Cantidad de paneles				<b>para el consumo total</b>			
18	Serie	4		Capacidad mínima (AH) @ +25°C			635.5	
19	Paralelo	8		Bat. Seleccionadas: Sonnenschein(Alemana)				
20	Total	32		Modelo	OPzV600		600	
21	Corriente a potencia máx.			Voltios	2			
22	Panel de 85 Wp	5.02		Capacidad	AH		600	
23	Potencia total (Wp)	2,720.00		Auton.result.	días	3.78		
24	Amp Generador solar	40.16		Cantidad de baterías				
25	<b>PERFORMANCE DEL SISTEMA</b>				Serie:	24	Paralelo:	1
26	Angulo de inclinación	15° Norte		Total:	24			
27	Mes	Irradia Horiz (KWH/ m2)	Factor por Inclinación	INSOL. PANEL (KWH/m2)	AH/DIA GENERADO N= 0.8	Consumo	Rango	Capacidad Final del Mes
30	ENERO	4.44	0.923	4.10	131.66	127.09	1.036	100%
31	FEBRERO	4.22	0.963	4.06	130.56	127.09	1.027	100%
32	MARZO	4.25	0.993	4.22	135.59	127.09	1.067	100%
33	ABRIL	4.36	1.045	4.56	146.38	127.09	1.152	100%
34	MAYO	4.28	1.048	4.49	144.11	127.09	1.134	100%
35	JUNIO	4.14	1.123	4.65	149.37	127.09	1.175	100%
36	JULIO	4.36	1.113	4.85	155.91	127.09	1.227	100%
37	AGOSTO	4.64	1.068	4.96	159.21	127.09	1.253	100%
38	SETIEMBRE	4.25	1.015	4.31	138.59	127.09	1.091	100%
39	OCTUBRE	4.33	0.963	4.17	133.97	127.09	1.054	100%
40	NOVIEMBRE	4.78	0.923	4.41	141.75	127.09	1.115	100%
41	DICIEMBRE	5.22	0.913	4.77	153.12	127.09	1.205	100%
42	<b>PROMEDIO</b>	<b>4.44</b>		<b>4.46</b>				
43	Equipamiento:	a) Paneles:	32 Panel de 85 Wp					
44		b) Baterías:	24 OPzV600					
45		c) Lado solar:	40.16	Amp.	Lado carga:	18.23	Amp.	








32 PANELES KYOCERA DE 85Wp C/U

Cables Vulcanizado 2x12 AWG

CAJA DE COMBINACION

ARRESTOR 50 KA

LEYENDA

-  : PANEL SOLAR KYOCERA 85WP
-  : BORNERA ⊕ ó ⊖ DE CONEXION
-  : BORNERA DE CONEXION DE TIERRA
-  : POZO A TIERRA
- P.V : ENTRADA SOLAR
- BAT : SALIDA A BATERIAS
- LOAD : SALIDA A LA CARGA
-  : BARRA DE TIERRA

CONTROLADOR SOLAR

POWER TAROM 4055

INVERSOR

STECA XPC2200-48

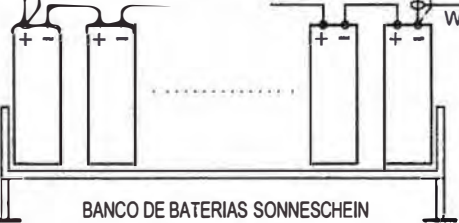
Cable Vulcanizado 3xN°6 AWG

A Telecentro (220V-60Hz)

Barra de Tierra

Al sistema de tierra del Telecentro

Cable WS N°6 AWG



BANCO DE BATERIAS SONNESCHEIN DE 48V - 600AH (24 Celdas de 2V en serie)

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
PROYECTO:	<b>INICTEL UNI - SIETE TELECENTROS</b> <b>DIAGRAMA DE PRINCIPIO ELECTRICO</b> <b>SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO</b>	PLANO N°:
	01	
DISEÑADOR: <b>JAFETT VERGARA PRADO</b>	FECHA: <b>JUNIO DEL 2009</b>	DISTRITO: 
ASESOR: <b>ING. TOMAS PALMA GARCIA</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	PROYECTO: 
	DISEÑO: <b>J. VITOR</b>	FORMATO: <b>A-4</b>



Foto D-1: YUTUPIS Internet Colegio: Paneles Solares (1)



Foto D-2: YUTUPIS Internet Colegio: Paneles Solares





Foto D-3: YUTUPIS Internet Colegio: Paneles Solares



Foto D-4: YUTUPIS Internet Colegio: 1 B. Baterías; 2 Controladores; 3 Inversores











**ANEXO F: NORMAS Y CERTIFICACIONES DE CALIDAD PARA  
COMPONENTES FOTVOVOLTAICOS**

## Certificación UL

### ¿Es obligatoria por ley la UL?

No, no existe ley alguna que obligue la obtención de la certificación UL. En los EE.UU., todos los aparatos y sistemas eléctricos deben contar con la homologación oficial correspondiente. Las leyes estadounidenses que contienen esta obligación son, por ejemplo, las siguientes: Occupational Safety and Health Act (OSHA Artíkel 29 CFR 1910.xxx; CFR: Code of Federal Regulations) y las prescripciones de National Electric Code (NEC); en Canadá, se trata de la Occupational Health and Safety Act (OHS) y de las prescripciones del Canadian Electric Code (CEC).

A raíz de los sistemas federales vigentes en los EE.UU y en Canadá, los diversos estados y provincias aplican versiones diferentes del NEC o del CEC, agregando además suplementos específicos. Ello se explica por las diversas condiciones climáticas imperantes en los diversos estados federales.

El cumplimiento de las prescripciones de seguridad nacionales puede comprobarse mediante los así llamados listing/labelling. Los listing/labeling se confirman mediante una organización oficial de certificación (Certification Organization, CO), a la que puede recurrir el fabricante que use equipos o sistemas que cumplen las normas de seguridad correspondientes o que son apropiados para una determinada finalidad. Los CO de los EE.UU. son laboratorios de pruebas reconocidos oficialmente: Nationally Recognized Testing Laboratory (NRTL). En Canadá, el Standards Council of Canada (SCC) encarga a diversos Certified Bodies (CB).

Uno de estos NRTL es UL, posiblemente el más reconocido. UL son las siglas de Underwriters Laboratories, lo que significa tanto como «Laboratorios de las compañías de seguros». A fin de cuentas, se trata de la minimización de los riesgos de responsabilidades frente a terceros, que deben cumplir las compañías de seguros y que son causados por máquinas y equipos debido a los peligros implicados (descargas eléctricas, incendios y daños físicos por causas mecánicas). En EE.UU. es muy fácil que la indemnización en concepto de daños y perjuicios llegue a cantidades enormes, que pueden amenazar la subsistencia de fabricantes, vendedores y usuarios (empresas).

### ¿Quién controla la presencia del símbolo correspondiente a la certificación?

Las medidas que se adoptan para comprobar la conformidad con las normas de seguridad nacionales, dependen de lugar de la aplicación. Localmente se controlan los sistemas y las máquinas eléctricas. La persona encargada es «la autoridad con jurisdicción» (Authority Having Jurisdiction, AHJ). El certificado UL permite una homologación simplificada de parte de la AHJ. De esta manera pueden evitarse retrasos en la puesta en funcionamiento del sistema y costos elevados por la necesidad de modificar las instalaciones.

### ¿Según qué estándares UL se certifican los productos de Festo?

Los productos eléctricos se controlan en relación con los peligros eléctricos y mecánicos que presentan. En el caso de controles de protección contra incendios se evalúan, por ejemplo, los materiales de los cuerpos y los materiales aislantes. En el caso de las válvulas, se lleva a cabo adicionalmente una prueba de presión hasta el estallido, aplicando 5 veces la presión nominal. En periodos regulares, UL visita las fábricas para analizarlas. De esta manera se garantiza que los productos corresponden a aquellos originalmente sometidos a las pruebas.

### Los cables, ¿deben contar con la certificación UL?

Numerosos aparatos de Festo se certifican según «Class 2 Circuit», considerando su utilización prevista y convenida. Los «Class 2 Circuits» son circuitos de energía limitada, con una tensión máxima de 30 V AC o 43 V DC, una intensidad máxima de 5 A y una potencia máxima de 100



VA. Según la definición UL, estos circuitos no albergan el peligro de una descarga eléctrica y tampoco el peligro de provocar un incendio. Por ello, no es necesario que los cables y los conectores dispongan de una certificación UL. Cuando se trata de aparatos que no quedan incluidos en la categoría «Class 2 Circuit», es necesario que los cables tenga una certificación.

### ¿Qué significa el símbolo UL en los productos de Festo?

UL está autorizado para la certificación según las normas de seguridad estadounidenses (NEC) y canadienses (CEC). El símbolo UL confirma esta certificación. El símbolo C-UL-US y C-UR-US sustituye la certificación CSA canadiense.



Aparatos listos para su conexión, certificados según reglamentos de EE.UU. y Canadá. Por ejemplo, detectores de posiciones finales con cable y conector



Aparatos listos para su conexión, certificados según reglamento canadiense. Por ejemplo, detectores de posiciones finales con cable y conector



Aparatos listos para su conexión, certificados según reglamento estadounidense. Por ejemplo, detectores de posiciones finales con cable y conector



Aparatos previstos para el montaje, certificados según reglamento estadounidense. Por ejemplo, terminales de válvulas.



Aparatos previstos para el montaje, certificados según reglamento canadiense. Por ejemplo, terminales de válvulas.



Aparatos previstos para el montaje, certificados según reglamento estadounidense y canadiense. Por ejemplo, terminales de válvulas.

© 2009 Festo AG & Co. KG

## BIBLIOGRAFÍA.

### Fuentes de libros:

- [12]. L.SEMIONOV – “Electricista de Acumuladores” – 2<sup>da</sup> Edición, Editorial MIR, MOSCÚ 1969.
- [13]. J.A. BABOR – JOSE IBARZ - “Química General moderna” – Cap. 22 – 7<sup>a</sup> Edición 3<sup>ra</sup> Re impresión, Editorial Marín S.A. España 1965.
- [14]. J.M. Romero – “Electricidad” – Cap. 3 - Editorial Ramón Sopena S.A. España 1978.

### Fuentes hemerográficas:

- [9]. Atlas de Energía Solar del Perú, SEMANI Proy PER/98/G31, Edición Junio 2003
- [11]. “Implementación de Energía Solar para Servicios de Larga Distancia en Áreas Rural del País” - Tesis para optar Título UNI 1988, Ing° Luis Degregori Cadenillas.

### Fuentes electrónicas:

- [1]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 1a, La Radiación Solar, Web: <http://www.epsea.org>.
- [2]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 2, Sistemas Fotovoltaicos, Web: <http://www.epsea.org>.
- [3]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 3, La Célula Fotovoltaica, Web: <http://www.epsea.org>.
- [4]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 4, El Panel Fotovoltaico, Web: <http://www.epsea.org>.
- [5]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 5, Baterías Recargables, Web: <http://www.epsea.org>.
- [6]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 6, Baterías Solares, Web: <http://www.epsea.org>.
- [7]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 7, Control de Carga, Web: <http://www.epsea.org>.

- [8]. El Paso Solar Energy Association (EPSEA), Sistemas Fotovoltaicos Cap. 10, Diseño de Un Sistema Fotovoltaicos, Web: <http://www.epsea.org>.
- [10]. University of Lowell Solar Irradiation Database: Irradiaciones Solares de Perú y de Ecuador, web: <G:/LowellUniversity-RadiacionesSolares.com>