

# 1. ENERGÍA SOLAR

## SISTEMAS

La operación de un velero requiere el entendimiento de los conceptos y esquemas de navegación, el conocimiento de los patrones y la naturaleza del viento. Hay muchas diferencias entre la operación de una potente lancha rápida de competición a gasolina y un velero impulsado por el viento. La diferencia más grande es que en un velero nunca te quedarás sin combustible. Otras diferencias tienen que ver con la contaminación del aire, el ruido, el desgaste, y la reparación de sus partes móviles. Las diferencias entre la electricidad convencional y la electricidad solar en una casa son similares a las diferencias entre una lancha rápida de competición y un velero.

Este capítulo cubre los conceptos y diagramas esquemáticos de los sistemas de energía solar para las NavesTierra. También se discute la forma de utilizar los sistemas de energía solar en base a los patrones y naturaleza del Sol, tal como se vio en el capítulo II del volumen I. Se dará poca atención a los detalles específicos del cableado, ya que estos aspectos están cubiertos en muchos manuales de cableado impresos actualmente (ver el apéndice del capítulo 1). El objetivo es proveer al dueño de la NaveTierra una comprensión sobre la naturaleza de la electricidad solar, de qué manera se colecta y se almacena, y cómo se puede vivir con ella.

*El principal factor de diseño de los aviones es reducir el peso para evitar el consumo excesivo de combustible durante el vuelo. El principal factor de diseño de las viviendas alimentadas con energía solar es reducir la demanda eléctrica para que no sea demasiado caro el equipamiento necesario para vivir. No es un asunto de prescindir. Es un asunto de diseñar siendo conscientes de la energía, realizando un minucioso análisis preliminar de las necesidades del dueño y de la vivienda.*

### **ANALISIS ELECTRICO PRELIMINAR**

Los sistemas eléctricos fotovoltaicos pueden ser muy complicados y excesivamente caros para el consumo eléctrico de una vivienda convencional. Las NaveTierra son el resultado de un diseño energético consciente y, por su naturaleza, se ha recorrido un camino hacia la reducción de los requerimientos eléctricos de nuestra vida. Los propietarios, a través de un consumo de energía consciente, harán el resto. La vivienda y el propietario deben ser cuidadosamente analizados en términos de los requerimientos eléctricos necesarios de los sistemas fotovoltaicos, *antes de comenzar el diseño del sistema eléctrico fotovoltaico*. Siendo el propósito **reducir los requisitos eléctricos al mínimo a través de otros conceptos de diseño inherentes en la vivienda**. El resultado de esto es un sistema de electricidad solar mínimo que estará económicamente al alcance del propietario promedio. Podemos comenzar este análisis observando los sistemas requeridos para una casa típica.

Veremos por qué y de qué manera utilizan la electricidad y luego veremos si podemos encontrar un “amigo” que provea esta energía en forma gratuita.

### **SISTEMAS DE CALEFACCION Y REFRIGERACION**

Muchos sistemas domésticos de calefacción y refrigeración se alimentan de la energía eléctrica. Estos sistemas consumen una cantidad enorme de electricidad. No es práctico tratar de generar esta cantidad de electricidad del sol mediante nuestra tecnología actual. Esto sería como tratar de impulsar un tren con un grupo de caballos – es posible, pero no es práctico. Muchos de los sistemas calefactores y refrigeradores domésticos alimentados a gas requieren electricidad en una cantidad similar, sin importar el hecho de que son alimentados por el gas. Esta electricidad proporciona energía a bombas, ventiladores, tableros de control, etc. Presentan un consumo continuo de electricidad que exige a los sistemas eléctricos solares. La calefacción y la refrigeración por ejemplo (manteniendo la temperatura cercana a la zona aceptada de confort), son **cualidades inherentes en el diseño de la NaveTierra**. El diseño inicial de la NaveTierra permite al fenómeno natural de la Masa Térmica (uno de nuestros “amigos”) prevalecer y no depender de los sistemas de refrigeración y calefacción de ningún tipo. Específicamente, si no rompes con muchas de las “reglas” establecidas en el volumen I, puedes prescindir totalmente de cualquier tipo de sistema de refrigeración o calefacción, y, por lo tanto, quitar cualquier requerimiento de electricidad para estos sistemas.

**El diseño inicial de tu NaveTierra juega un rol preponderante en la determinación de tus necesidades de energía eléctrica.**

Un hogar, un pequeño calentador a gas o una pequeña salamandra (los cuales no necesitan electricidad) colocados estratégicamente y utilizados ocasionalmente, es todo lo que una NaveTierra necesita. La refrigeración está manejada por la ventilación, las sombras y la proximidad a la masa térmica inherentemente construida en la NaveTierra. La masa térmica de la NaveTierra es más cálida que el aire del invierno y más fresca que el aire del verano. Es un ecualizador constante de la temperatura de la NaveTierra. En todos los climas, la masa térmica (tal como se explica en el volumen I, en las páginas 11-13) es “nuestra amiga” - un factor de diseño que puede ayudarnos a evitar por completo el uso de la electricidad para calefacción o refrigeración. Si quieres que tu coche corra rápido, debes dejar que prevalezca la aerodinámica en el diseño. *Si quieres una NaveTierra que no requiera sistemas de calefacción ni refrigeración, debes permitir que la termodinámica prevalezca en el diseño.* El rigor en tus necesidades de calefacción o refrigeración determinará cuán seriamente debes privilegiar el fenómeno termodinámico para evitar el uso de la electricidad para controlar la temperatura ambiental. El Capítulo Ocho - Claraboyas (también llamados “Tragaluces”), profundiza en la ventilación y enfriamiento por medio de fenómenos naturales. Ese capítulo-

-además ilustra de qué manera la **NaveTierra actúa como su propio sistema de refrigeración y calefacción.**

### **SISTEMAS DE AGUA**

Los sistemas de agua convencionales, ya sean comunitarios o individuales, siempre necesitan una cantidad significativa de electricidad para el bombeo y la presurización.

Consecuentemente, el agua utilizada puede ser una de las mayores demandas en un sistema fotovoltaico doméstico. El diseño y ubicación de la NaveTierra, en base a su sistema de agua, puede reducir y generalmente eliminar esta necesidad eléctrica. Los métodos y enfoques de los sistemas de agua de la NaveTierra se explican en el Capítulo Dos. Involucran a cuatro “amigos” - la Gravedad, el Sol, el Viento y la Lluvia. Nuevamente, el punto es que el **diseño inicial de la NaveTierra, en base a la ayuda segura y gratuita de los fenómenos naturales, juega un papel importante en determinar sus necesidades eléctricas.** En el Capítulo Dos vemos como uno puede eliminar por completo (o por lo menos reducir drásticamente) la demanda de electricidad del suministro de agua y su distribución. Esto puede realizarse con un sistema integrado de captura dentro del diseño de la NaveTierra.

### **SISTEMAS DOMESTICOS DE AGUA CALIENTE**

El agua caliente doméstica se produce, por lo general, por medio del gas o de la electricidad. El primer paso aquí sería elegir gas, ya que es más eficiente y menos destructivo con el planeta que la electricidad.

Sin embargo, los sistemas solares de agua caliente pueden producir una cantidad importante de agua caliente doméstica, especialmente en el área del cinturón solar. Otros sistemas de agua caliente más eficientes se discuten en el Capítulo Cuatro. El tema en cuestión es si el propietario debe producir su propia agua caliente por medio del gas, del sol, o de una combinación de ambos, pero siempre **evitando el uso de la electricidad para la circulación y producción de agua caliente**. Esto requiere de ciertas consideraciones de diseño en su NaveTierra que deben ser inherentes en el diseño de la misma como se verá en el Capítulo Cuatro.

### SISTEMAS DE ILUMINACION

La elección y la localización de las luces es un factor determinante. La mayoría de las veces, la iluminación es elegida en base a la estética y no se considera su eficiencia eléctrica. Muchas lámparas desperdician una gran cantidad de energía sólo para producir “un efecto”. En una NaveTierra alimentada por energía fotovoltaica, se analiza cada lámpara individualmente para su máxima eficiencia y producción de luz. Esto determinará una importante reducción en la energía consumida en iluminación. Los sistemas de iluminación serán descritos en profundidad en el Capítulo Cinco.

Esencialmente la NaveTierra está iluminada naturalmente durante el día mediante las ventanas solares y las claraboyas (o tragaluces). Raramente se utiliza la iluminación durante las horas del día (luz natural). Este hecho, en adición a una-

-cuidadosa selección, diseño y utilización de la iluminación nocturna, hace que la NaveTierra utilice una fracción de la cantidad habitual de electricidad que se consume en iluminación en una “casa normal”.

### OTROS SISTEMAS

Los siguientes sistemas no representan un consumo significativo de electricidad por sí mismo, pero ilustran cuánto debemos hacer es dependiente de la electricidad. *Es asombroso cuánta electricidad consume en una casa común de varios aparatos, bombas, temporizadores, sistemas menores, y otros dispositivos incluso cuando no hay nadie en la casa.*

### Teléfonos

Dado que la electricidad se toma como un hecho, muchos sistemas telefónicos se han vuelto dependientes de la electricidad. Un simple teléfono no requiere electricidad de la casa, sin embargo, la combinación de teléfono/intercomunicador, teléfonos inalámbricos, y otros elementos auxiliares relacionados con el teléfono requieren electricidad. En muchos casos, este es un pequeño pero constante consumo de energía eléctrica. Se recomienda evitar el uso de estos elementos auxiliares si es posible, ya que constantemente consumen energía. Los únicos que pueden ser utilizados son aquellos que pueden encenderse sólo cuando se los necesita, en lugar de permitirles un constante uso de la preciada electricidad. El teléfono en sí mismo no debería depender de la electricidad.

Los sistemas intercomunicadores deben separarse del teléfono y tener un interruptor de encendido/apagado para preservar el consumo.

Para aquellos sitios remotos carentes de líneas telefónicas, se requieren los teléfonos celulares similares a los utilizados en los automóviles. Estos necesitan electricidad pero se les deberían instalar interruptores para encenderlos cuando se utilice. Vea el Apéndice de este capítulo.

### **Sistemas Centrales de Aspirado**

Es conveniente disponer de un sistema central de aspirado, pero requiere de un motor mucho más potente para crear la succión a grandes distancias. Una aspiradora puede llevarse de cuarto a cuarto utilizando menos electricidad gracias a su motor más pequeño. En un hogar grande, un sistema “central de aspirado” debería dividirse en dos o tres subsistemas de motores menos potentes ubicados en lugares estratégicos a través de la NaveTierra. Esto requerirá menos energía debido a sus motores más pequeños.

### **Sistemas de alarma y seguridad**

Muchas personas viven donde los sistemas de seguridad son necesarios. Si este fuera el caso, elija y analice el sistema a utilizar, en relación a cuánto y cuándo requiere electricidad. Si es posible, elija uno controlado por corriente continua (CD). Cuando se reduce la cantidad y equipamiento que dependen de inversores de CA (corriente alterna), estos serán más pequeños y más baratos. Los inversores serán definidos y debatidos en las siguientes páginas.

### **Sistemas Automáticos de Riego**

Los sistemas automáticos de riego necesitan controles que utilizan electricidad. Muchos dispositivos electrónicos de control tienen dificultades con la energía CA generada desde baterías de 12 volts. La CA generada no es exactamente igual a la de la red eléctrica. El problema es que los microcircuitos de control y sincronización no se comportan de la misma

manera que en la red eléctrica, por ejemplo, los dispositivos no siempre trabajan cuando y como se supone que lo hagan. En consecuencia, se necesitan **cajas de control de CD**(corriente directa) para dispositivos temporizados, como los controles de sistemas de riego. Hay sistemas de riego solares de CD en el mercado, *que son independientes de los sistemas de alimentación domésticas*. Tienen sus propios paneles solares, baterías y controles de CD. Esto facilita mantener el sistema eléctrico principal doméstico simple, pequeño, barato, y esta es la forma recomendada de hacerlo. Otro factor importante de los sistemas de riego es el uso controlado de las “aguas grises”, las cuales permiten regar una planta mientras te cepillas los dientes. Los sistemas de aguas grises (mostrados en el Capítulo Tres) ayudan a reducir la necesidad de los sistemas automáticos de riego y, por lo tanto, la demanda eléctrica.

## Accesorios

Todos los accesorios utilizados en las viviendas alimentadas por energía solar deben analizarse prestando atención al constante consumo de electricidad. Por ejemplo, muchas estufas de gas <sup>1</sup> requieren de electricidad para los temporizadores, relojes, encendedores, etc. Los hornos de microondas pueden incluir temporizadores que consumen energía todo el tiempo. También se vienen con temporizadores más simples que sólo utilizan electricidad cuando el equipo está siendo utilizado. El dueño de una casa alimentada por energía solar debe seleccionar cuidadosamente los accesorios que realmente necesita, y luego elegir aquellos que están apagados cuando no se estén usando. Más del 50% de los accesorios de hoy en día utilizan electricidad incluso cuando no están en uso.

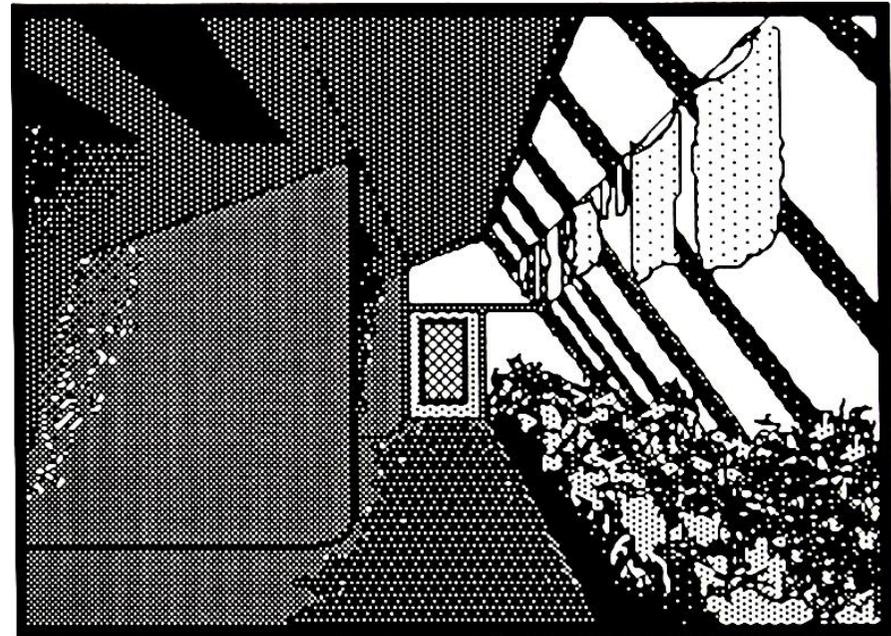
No utilice relojes eléctricos en una casa solar. No trabajarán bien de todas formas, ya que la energía CA del inversor no es lo suficientemente “limpia” para su funcionamiento. También tienen un constante consumo eléctrico. Hay muchos otros relojes disponibles, incluyendo a los de cuarzo. Cuando pueda elegir, siempre elija aquel dispositivo que no necesite electricidad. Esto mantendrá su sistema fotovoltaico simple y económico.

Las heladeras <sup>2</sup> convencionales son demasiado ineficientes para ser utilizados en una casa solar. Hay dos heladeras de CD en el mercado. Están mejor aisladas, son más simples y

-utilizan mucha menos energía solar que los modelos convencionales.

Las heladeras de gas también son una opción, sin embargo no operan de forma “gratuita” como lo hacen los modelos de energía solar. También hay heladeras solares que trabajan con el concepto de masa térmica y utilizan menos electricidad que las heladeras de CD.

Deben utilizarse los secadores de ropa a gas . Existe, por supuesto, el eterno y siempre confiable secador solar... una soga para colgar la ropa (“tendedero”) funcionará muy bien dentro de la NaveTierra!



Las lavadoras de ropa convencionales funcionan pero deben elegirse modelos simples. Las lavadoras de lujo-

---

<sup>1</sup> En algunas regiones o países se les llaman “cocinas de gas”.

<sup>2</sup> También llamados “Refrigeradores” en algunos países como México y Centroamérica.

-con más accesorios utilizan más electricidad y tienen más problemas de funcionamiento con los inversores de CA. Los lavaplatos también funcionan, pero, nuevamente, deben elegirse los modelos simples. Las radios, las videograbadoras, los reproductores de CDs, y los equipos de música, todos trabajan con energía solar, sin embargo, mucho de este equipamiento consume electricidad constantemente. Su centro de entretenimiento debería tener su propio interruptor de alimentación de encendido/apagado en donde te permitirá apagarlo por completo cuando no se esté usando. En muchos casos, un reproductor de cassetes o un buen reproductor de discos compactos (CDs) de automóvil se usan con circuitos de CD como en su auto. Esto quita otra aplicación a la carga del inversor.

#### HAY MUCHAS COSAS PARA RECORDAR CUANDO SE UTILIZAN ACCESORIOS:

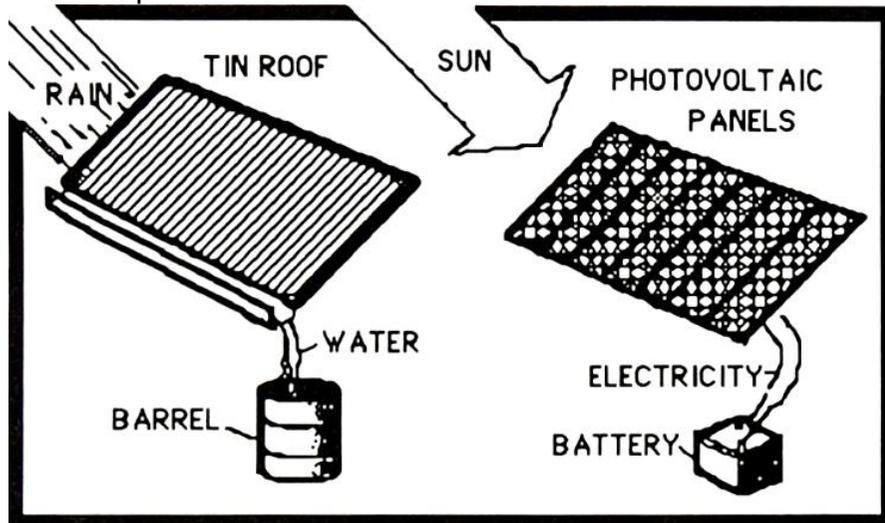
- 1) Pensar cuidadosamente acerca de si un accesorio es o no realmente necesario.
- 2) Elegir accesorios no eléctricos cuando sea posible.
- 3) Elegir accesorios de corriente continua cuando sea posible.
- 4) Elegir un accesorio que está realmente apagado cuando dice "apagado".
- 5) No elegir accesorios que tengan muchos elementos y otros accesorios que consuman electricidad - especialmente los temporizadores, controles inteligentes, etc., los cuales no funcionan bien con los inversores de corriente.
- 6) Si un accesorio tiene un consumo constante de energía, colocar una fuente con una llave de encendido para ese accesorio.

Nuestro objetivo general es eliminar, reducir o controlar el consumo constante de electricidad. La línea base del análisis de cada uno de los sistemas descritos anteriormente ha sido **reducir o eliminar** las demandas de electricidad de estos sistemas. Esto involucra el rediseño del sistema, reevaluar las necesidades del propietario, y en la mayoría de los casos, **incorporar detalles de diseño relativos al sistema dentro de la NaveTierra en sí misma**. **No piense en la casa separada de sus sistemas**. Piense en nuestros cuerpos. Es un producto de varios sistemas - así que la NaveTierra debería ser un producto de sus varios sistemas. **Los sistemas son una parte inherente de una NaveTierra**. La vivienda común y corriente, sin importar cómo esté fabricada, es por lo general una caja que contiene una variedad de sistemas consumidores de energía. El concepto de la NaveTierra dicta que estos sistemas son los ladrillos conceptuales de la vivienda en sí misma. Cada sistema será discutido en profundidad en los siguientes capítulos. El propósito aquí es establecer el hecho que el análisis de los sistemas, relativos al diseño y la vida consciente del consumo energético, y la integración de los sistemas dentro del diseño de la NaveTierra, resulta en un **requerimiento de electricidad mínimo**. Este requerimiento puede ser económicamente satisfecho por la energía solar. Esto es llamado **DISEÑO DESCENDENTE** basado en los requerimientos de energía. Ahora que tenemos el sistema de energía solar-

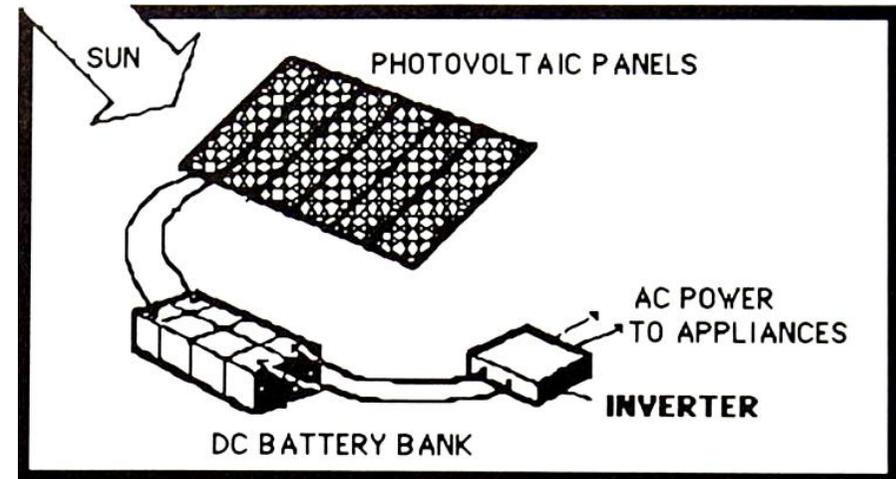
-minimizado, debemos entender sus principios e integrarlo dentro del diseño de la NaveTierra.

### LOS PRINCIPIOS DE LA ELECTRICIDAD FOTOVOLTAICA

La energía es recolectada por medio de paneles **fotovoltaicos** que convierten la luz solar en cargas eléctricas. Esta electricidad es luego derivada y almacenada en **baterías**. Esto es como un techo de chapa que recoge la lluvia y la deriva a un barril para ser almacenada.



La electricidad es transferida y almacenada en 12 o 24 volts de corriente continua (Vcc). Muchos de nuestros accesorios son de 220<sup>3</sup> volts de corriente alterna (Vca), así que la electricidad que capturamos del sol debe pasar a través de un inversor que convierte la CC en CA. **Mientras menor sea la corriente a través del inversor, más barato será el mismo.**



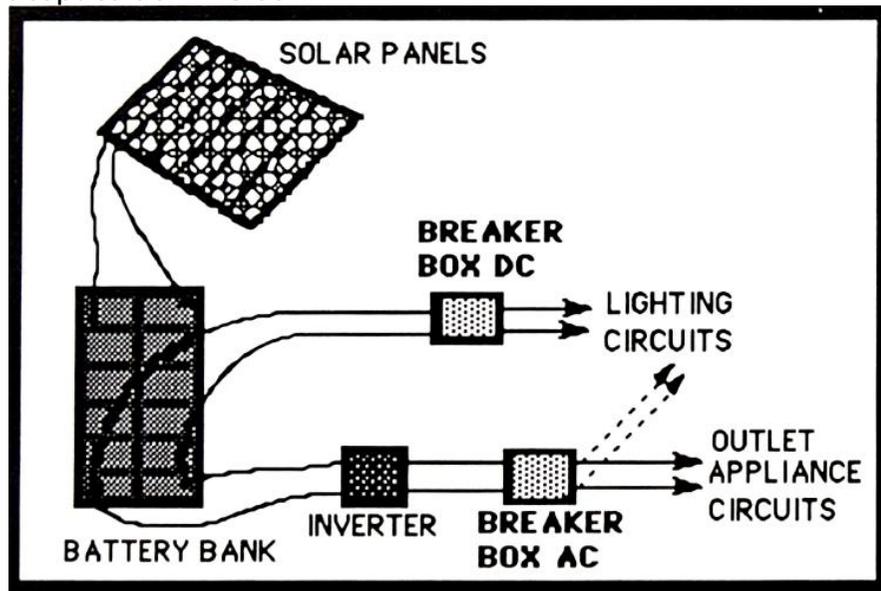
Cuando **TODA** la energía utilizada debe pasar a través del inversor, el sistema se vuelve *completamente dependiente* de este inversor. Si el inversor no funciona, no contaremos con energía de ningún tipo. Este proceso de cambiar la CC en CA conlleva una pérdida del 10% de la energía que ha sido capturada del sol. Además, el inversor es más caro mientras más potencia pueda manejar. Estos hechos pueden hacer que los usuarios de la energía solar utilicen sólo CC. Esto funciona bien con la iluminación ya que hay muchas luces de corriente continua disponibles en el mercado. Sin embargo, no hay muchos artefactos domésticos que trabajen con corriente continua para satisfacer las necesidades de una persona promedio. Como resultado, el uso exclusivo de la corriente continua puede ser limitante para algunas personas. Una combinación de las dos (CC para la iluminación y CA para los electrodomésticos) es un buen método para lidiar con esta situación. Con esta-

<sup>3</sup> NdT: en Argentina, la red es de 220 Vca, a 50Hz.

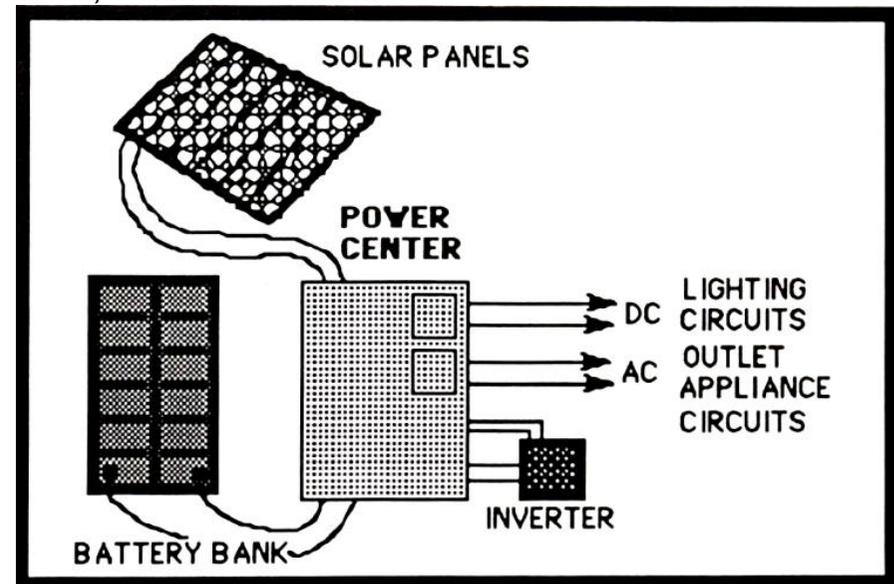
[http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Enchufes, voltajes y frecuencias por pa%C3%ADs](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Enchufes,_voltajes_y_frecuencias_por_pa%C3%ADs)

-combinación de sistemas, si el inversor no funciona, todavía se puede iluminar con la energía de las baterías. Además, el sistema de iluminación no está sujeto a la pérdida del 10% de la energía causada por la conversión de la corriente. El inversor no tiene que ser tan grande debido a que las luces no funcionan a través de él. La combinación de CC y CA es más eficiente, más económica, y más confiable que un sistema exclusivo de CA.

En un sistema eléctrico solar se utilizan protecciones eléctricas convencionales. Se colocan luego del inversor para el circuito de CA y después de las baterías para el circuito de CC. Desde la caja de fusibles en adelante, todo el circuito es normal. Tendría que haber una fusiblera para las luces en el circuito de CC y una fusiblera para los artefactos de CA, después del inversor.



Este diagrama representa esquemáticamente los factores más sobresalientes y el flujo en un sistema eléctrico solar. Este esquema está simplificado y sólo sirve para entender cómo funcionan la recolección, el almacenamiento y la distribución de la electricidad. En realidad, hay controles de carga, medidores, llaves de corte, y otros dispositivos requeridos en un esquema funcional. Estos están disponibles dentro de una central eléctrica que incluye las fusibleras para corriente alterna y continua. Esta unidad está diseñada para proveer todo el equipamiento necesario respetando las normas eléctricas. En muchos casos una central eléctrica es más sencilla y más económica que instalar medidores, fusibleras, llaves, etc. individualmente.



Cuando se usa una central eléctrica, todo pasa a través de ella para controlar todo el sistema en un sólo punto.

Un interruptor principal para todo el sistema puede ser ubicado aquí. Esta llave apagaría todo.

Los medidores en un sistema eléctrico solar son similares a los del tablero de un auto. Ellos indican el estado de las baterías, cuánta potencia se está utilizando en la iluminación y los artefactos, cuánta energía se está obteniendo del sol, etc. Los medidores pueden ser parte de la unidad de poder o ser instalados individualmente. Estos pueden ser tan complicados y elaborados como tu dinero te lo permita, o pueden ser tan simples como dos o tres indicadores que en un instante pueden decirle que todo está bien. Deberían ser colocados en un lugar destacado de la NaveTierra como lo está el medidor de combustible en el auto. Hay medidores individuales disponibles comercialmente, y pueden ser colocados en cualquier lado en tu hogar, por ejemplo, lejos del cuarto donde se encuentre la unidad de poder.

La CC es algo lenta comparada con la CA así como el aceite es viscoso comparado con el agua. Como el aceite requiere una tubería más grande para suministrarlo a una presión comparable a la del agua, así la corriente continua requiere cables más gruesos para suministrar corriente a una tensión (voltaje) similar en CA. Por esta razón, en las aplicaciones normales se utiliza cable de 6 mm<sup>2</sup> (calibre AWG 10)<sup>4</sup> para la corriente continua, y cable de 2 mm<sup>2</sup> (AWG 12) se utiliza para la CA. En esta situación, los circuitos de CC para iluminación con cables gruesos pueden ser utilizados en cualquier momento para-

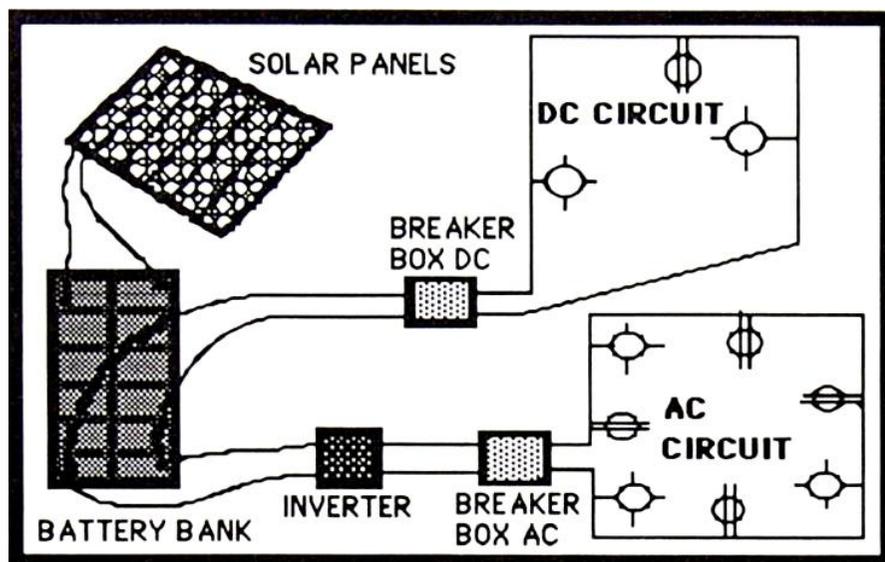
-la CA, ya que con ésta funcionarán bien los cables gruesos (NdT: aunque sobredimensionados). Esto permite que toda la instalación pueda ser cambiada a CA si el propietario lo desea, y también permite a las casas de energía solar ser cableadas convencionalmente a las cajas de circuitos (el cable más grueso en los circuitos de iluminación todavía es una práctica convencional). Esto es una buena idea, ya que muchos electricistas o inspectores no están familiarizados con las instalaciones fotovoltaicas. Un sistema de cableado doméstico convencional le ahorra muchos dolores de cabeza al propietario en relación con el trabajo de los electricistas e inspectores. El sistema fotovoltaico entero es entonces considerado como la FUENTE DE ENERGÍA para las cajas de circuitos de una VIVIENDA DE CABLEADO CONVENCIONAL.

Debido a la lentitud de la CC, menor cantidad de luces y tomacorrientes pueden colocarse en un circuito de un sistema de CC, al contrario de un sistema de CA. La corriente continua caerá en voltaje luego de tres lámparas o tomas cuando un circuito de corriente alterna puede manejar ocho lámparas o tomas. Esto es generalizado, ya que esto depende de la utilización y del diseño del circuito.

---

<sup>4</sup>NdT: en Argentina, una norma de referencia en cables unipolares es la IRAM NM247-3 "Conductores unipolares aislados en PVC" (reemplaza a la IRAM 2183, anulada)..

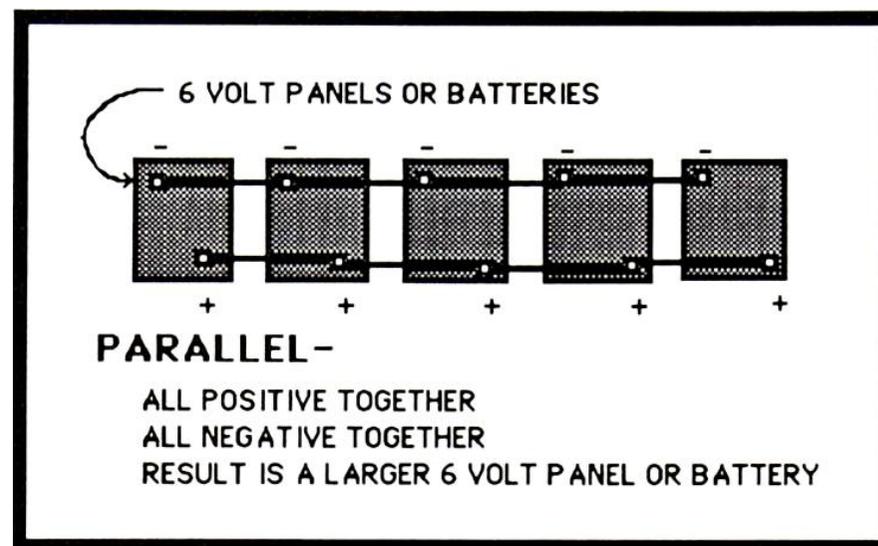
[http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Calibre\\_de\\_alambre\\_estadounidense](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Calibre_de_alambre_estadounidense).



## LOS PANELES DE RECOLECCIÓN

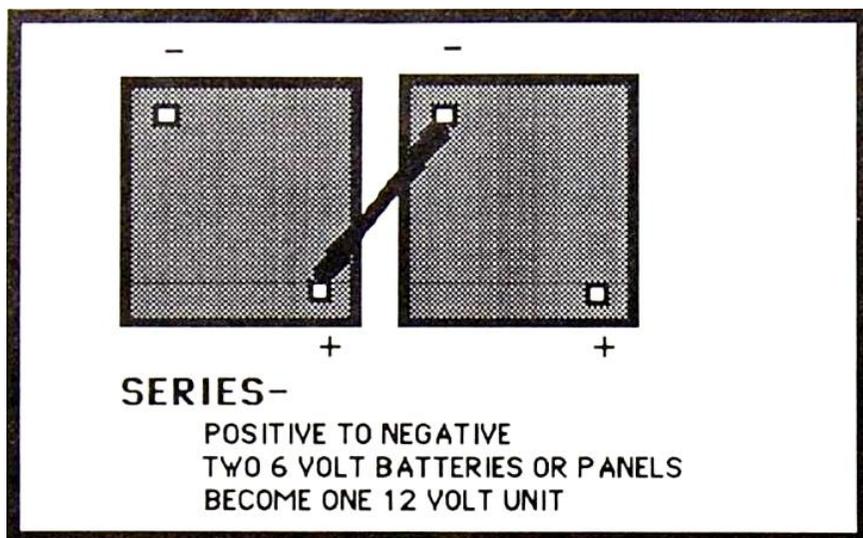
### FOTOVOLTAJE - VOLTAJE A PARTIR DE LUZ

Los paneles de recolección vienen en distintos tamaños, desde 30x122cm (12"x48") hasta 45x90cm (18"x36"). El panel promedio produce 40-55 Watts y cuesta entre 250-350US\$. Si sales a buscar, puedes encontrar mejores precios. En ocasiones hay paneles usados disponibles. Al no haber partes móviles que puedan desgastarse en los paneles FV, las unidades usadas son una buena opción. Cada panel tiene un borne negativo y uno positivo, como una batería, y pueden ser unidos mediante cables en paralelo o en serie, igual que las baterías. El cableado **paralelo** consiste en juntar todos los bornes positivos de una batería o panel por un lado y todos los bornes negativos por otro. El siguiente diagrama muestra muchas baterías de 6 Volts o paneles fotovoltaicos unidos por cableado paralelo.

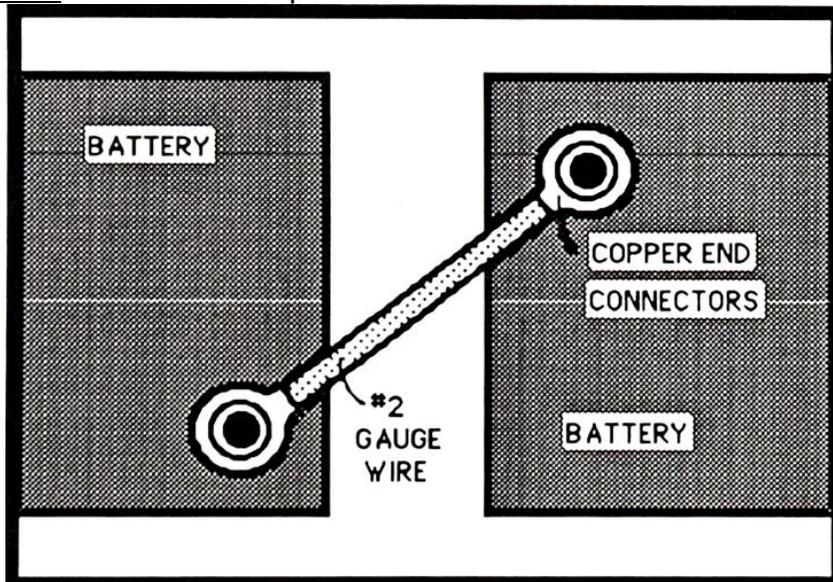


El resultado es una batería de 6 Volts más poderosa.

El cableado **en serie** es un método para cambiar el voltaje. Por ejemplo, dos baterías de 6 Volts en serie darían por resultado la suma de los voltajes de las dos baterías. Esto se logra uniendo el borne positivo de una al borne negativo de otra.

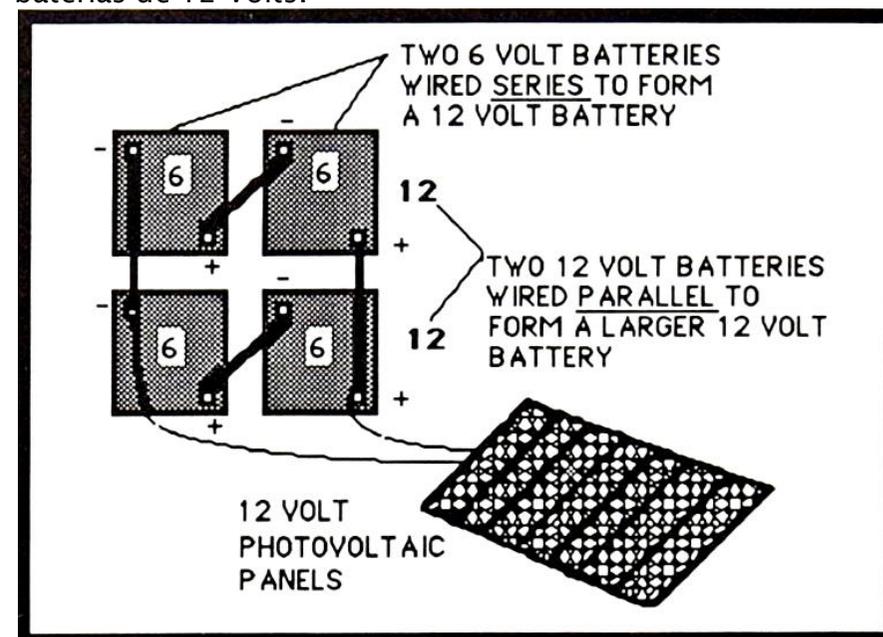


Se necesitan cables de sección gruesa, 25 ó 35 mm<sup>2</sup> (AWG#2 o #4) tanto para realizar cableados en serie o paralelo, para evitar la caída de tensión entre baterías. Los terminales de cobre son necesarios para conectar los cables a las baterías.



La mayoría de las baterías disponibles son de 6 Volts y la mayoría de los paneles FV-

-viene de 12 Volts. Por lo tanto, se debe agrupar las baterías en serie para formar una tensión de 12 Volts y también se las debe unir en paralelo para aumentar el “tamaño” de las baterías de 12 Volts.



Cualquier par de baterías de 6 Volts puede unirse en serie para convertirse en una batería de 12 Volts. Las baterías de 12 Volts resultantes pueden entonces unirse en paralelo para transformarse en una batería de 12 Volts más grande.

Los paneles generalmente vienen en unidades de 12 Volts. Si los agrupas o conectas en serie, el voltaje puede cambiarse a 24, 36, etc. Algunas veces, esto es necesario ya que los inversores de corriente alterna vienen en unidades de 12, 24 y 36 Volts. Las unidades de 12 y 24 Volts son las más comunes. **La matriz de paneles y el banco de baterías deben respetar**

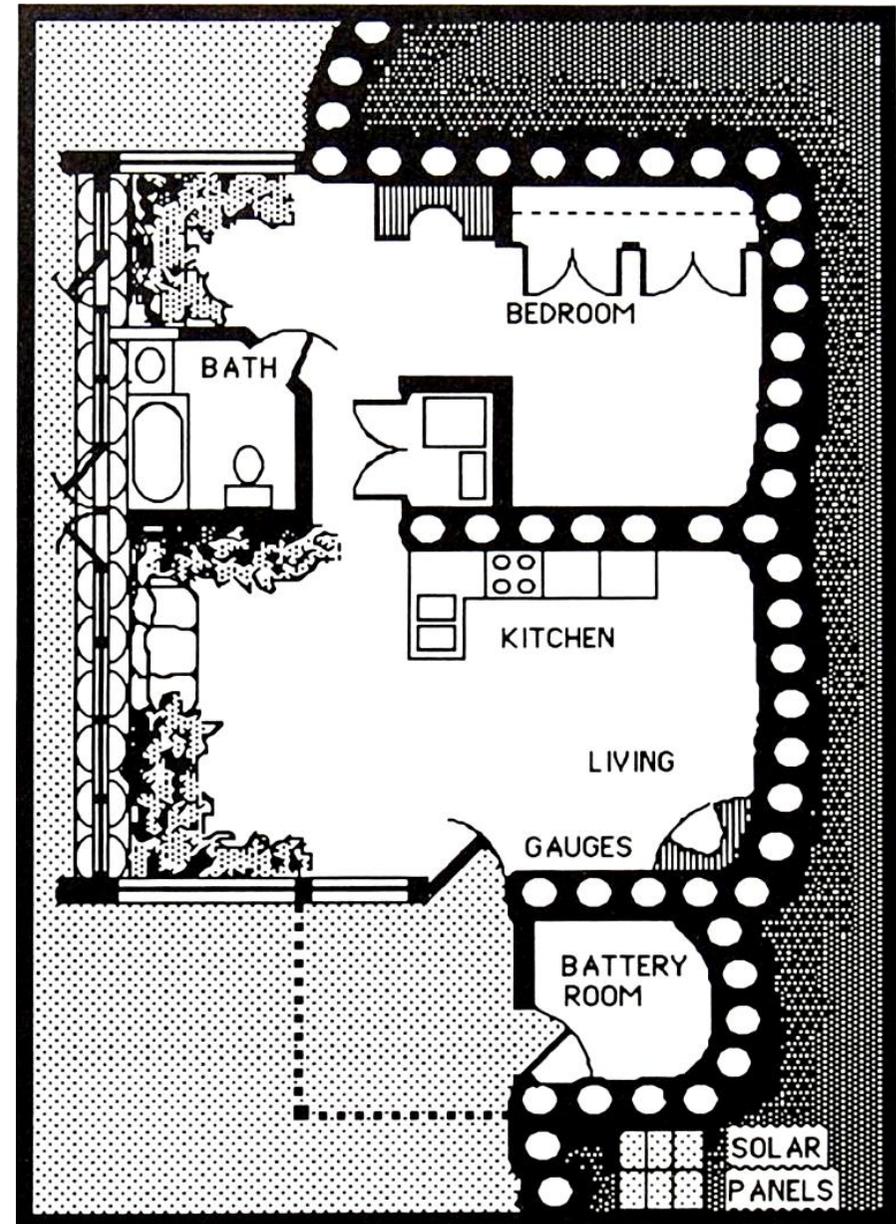
**-la tensión del inversor que se está usando.** Podrías entonces tener un sistema de 12 Volts, de 24 Volts, etc. La opción entre 12 y 24 Volts dependerá de si utilizas solo CA o una combinación de AC para enchufes y DC para iluminación. Si usas una combinación, deberías usar un sistema de 12 Volts, ya que las luces de 12 Volts son más fáciles de conseguir que las luces de 24 Volts. Por otro lado, los electrodomésticos de 12 Volts son más fáciles de conseguir que los de 24 Volts. Si planeas tener algunas luces y algunos aparatos que utilicen corriente DC, deberías optar por un sistema de 12 Volts, ya que es más fácil conseguir luces y aparatos. La elección de voltaje para tu sistema también tendrá que ver con el tamaño. Los sistemas pequeños (para una casa con dos habitaciones) pueden fácilmente ser de 12 Volts. Las casas más grandes requieren sistemas más grandes (de mayor voltaje) que presentan mayor complejidad. Por este motivo recomendamos 2 o 3 sistemas pequeños (ver diagrama en pág. 23) para casas más amplias. Esto te permite mantenerte dentro de un sistema de 12 Volts sin complicaciones. Muchos ingenieros y distribuidores no están de acuerdo con esto. Es fácil para un ingeniero convivir y entender un sistema complejo, pero el ciudadano promedio preferiría un sistema simple que se repita varias veces en diferentes “alas” de la casa.

Los paneles FV deben estar de cara al sol. Por lo tanto, deben poder ajustarse fácilmente (cuatro veces al año) para permanecer en posición perpendicular al sol todo el tiempo posible durante las cuatro estaciones-

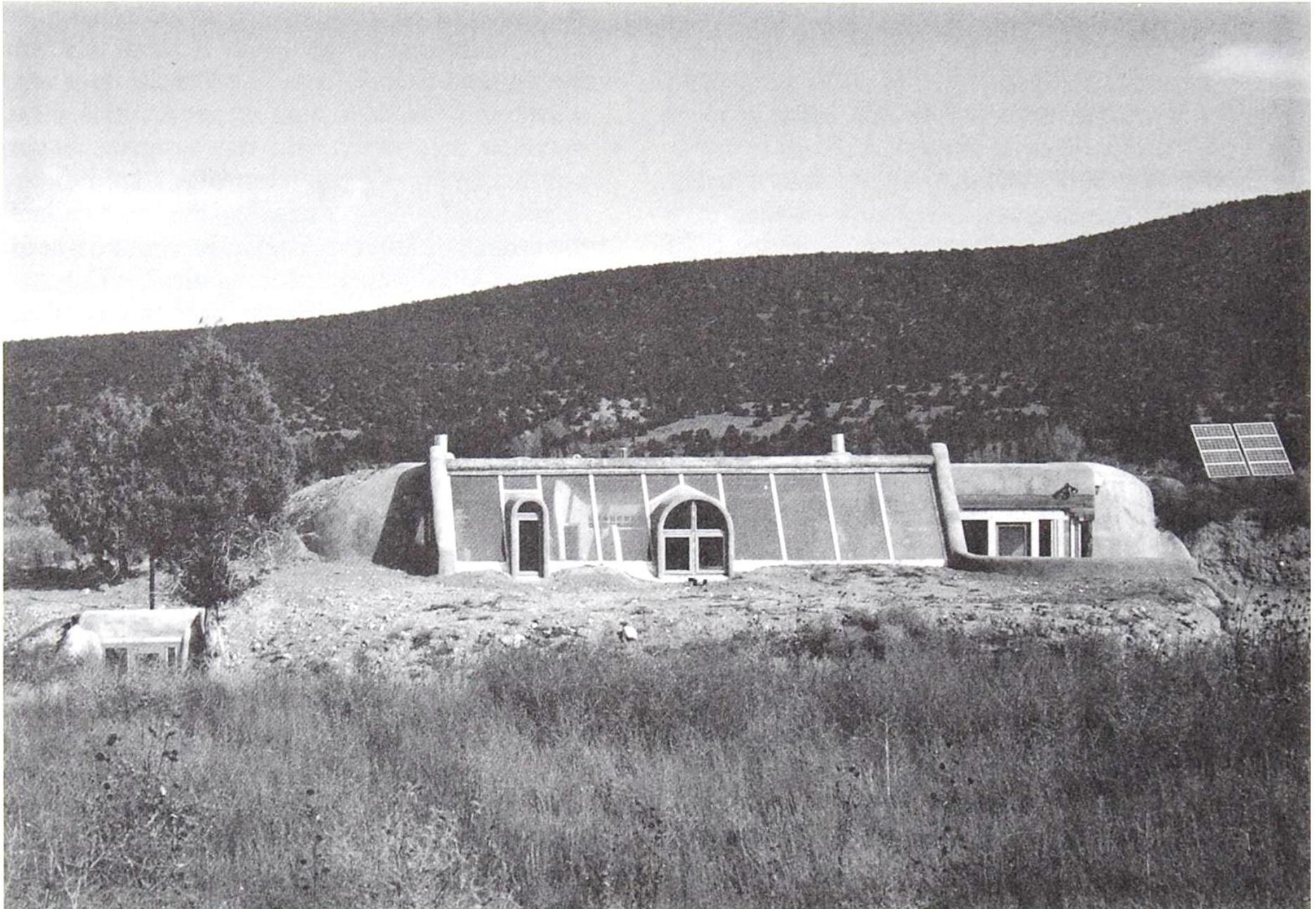
-con sol bajo en invierno y sol alto en verano (Vol. 1, Cap. 2). Hay muchos dispositivos de montaje ajustables para paneles en el mercado. A menudo es buena idea montar los dispositivos directamente sobre la NaveTierra para lograr mayor proximidad con las baterías. Algunos dispositivos de montaje tienen rastreadores para seguir al sol. Esto hace posible el uso de menor cantidad de paneles, pero el costo del rastreador contrarresta cualquier ahorro para hogares en el cinturón solar. Un factor importante al momento de montar los paneles es que éstos no deben estar apoyados contra ninguna superficie. Los paneles necesitan circulación de aire alrededor para mantener baja su temperatura y espacio suficiente para realizar cableados detrás de ellos. Los paneles también deben encontrarse en lugares accesibles. No deben caer sombras de árboles, chimeneas, edificios, etc. sobre ellos en ningún momento del día ni del año. Una sombra pequeña puede “apagar” un panel completo. Los paneles deben estar lo más cerca posible a las baterías que están almacenando la electricidad. Debido a la lentitud de la corriente directa recogida por los paneles, la caída de tensión puede ser significativa si hay largas distancias que cubrir entre los paneles y las baterías. Las distancias largas requieren cables de cobre gruesos y *el cobre es caro*. Por este mismo motivo, las baterías deberían estar localizadas centralmente en una gran NaveTierra para evitar tener largos tramos de cable grueso de cobre dirigidos a la casa misma. Esta localización-

-central de las baterías también ayudará a determinar el lugar más apropiado y económico para los paneles. El diagrama y la foto que siguen ilustran una NaveTierra simple con un cuarto de baterías y una matriz ajustable de paneles FV posicionados cerca del cuarto de baterías. Esta NaveTierra en particular es pequeña, entonces cualquier lugar que se encuentre cerca del edificio es aceptable. En una casa más grande, el cuarto de las baterías y los paneles deberían estar localizados en un punto central con respecto a todas las habitaciones. Sin embargo, si 2 o 3 sistemas simples se usan en una casa grande, un sistema simple de 12 Volts se repetiría con un cuarto de baterías cercano para cada sistema.

Los paneles FV son una parte tan integral de la NaveTierra como las luces de un auto. Por lo tanto, deberían ser tratados del mismo modo. Mucha gente intenta esconderlos. Esto es posible, pero esto es siempre menos económico, efectivo e conveniente.



Planta de una NaveTierra típica



## LAS BATERÍAS

Las baterías usadas para almacenar electricidad CC recolectada del sol son generalmente baterías de ciclo profundo de 6 Volts agrupadas mediante cables en serie y en paralelo para crear una gran batería de 12 o 24 Volts. Esto se hace para conectarla con cualquier clase de inversor de corriente alternativa que se esté usando. Ciclo profundo se refiere a algo muy similar a un barril profundo de agua. Las baterías de ciclo profundo contienen mayor carga. Hay muchos tipos en el mercado. Una batería de 6 Volts de cinco a siete años de duración cuesta cerca de US\$80. Una batería de doce Volts con veinte años de duración cuesta \$200. Cuánto dura una batería depende de cómo se la use. Una batería de siete años de duración durará siete años SI NO SE ABUSA DE ELLA. Esto significa que no debe sobrecargarse ni debe permitir que se consuma toda su carga. Las baterías funcionan mejor cuando se las calienta en forma ocasional. Una batería de 6 Volts debe dar una lectura de 7 u 8 Volts (no más) mientras se la carga y NUNCA DEBE BAJAR DE LOS 6 VOLTS. Una batería de 12 Volts debe arrojar una lectura de 13 a 15 Volts mientras es cargada y nunca bajar de los 12 Volts. Si permites que se agote la carga de tus baterías con demasiada frecuencia, éstas no durarán mucho tiempo. Todo sistema debería tener un dispositivo de desconexión automática para cuando la carga de las baterías baja demasiado. Este mismo dispositivo puede cortar la carga de electricidad entrante del panel solar cuando las baterías se sobrecalienten. Este dispositivo se llama controlador-

-de carga. Por ejemplo, en un sistema de 12 Volts el controlador de carga desviaría la carga cuando la tensión alcanzara los 12 Volts. También cortaría la demanda desde la residencia cuando la tensión bajara de los 11 Volts. Está instalado entre los paneles FV y las baterías o en la central de energía. Los controladores de carga se tornan progresivamente más baratos, más económicos y confiables a medida que la industria se desarrolla. Cuestan cerca de US\$100 para una casa promedio. Son una parte integral de la central de energía descrita en página 11. También pueden adquirirse e instalarse individualmente.

El agua de todas las baterías debe ser controlada una vez al mes. Esto es similar al control que se realiza del agua en la batería del auto. Hay dispositivos electrónicos que alertan cuando las baterías tienen poca agua. Si no tienes este dispositivo, entonces controlar el agua de las baterías es el precio por no tener que pagar una factura eléctrica. Las baterías llevan solo agua destilada.

Las baterías deben ser almacenadas a temperatura ambiente para que rindan al máximo de su potencial. **Un cuarto para baterías es un factor central para un diseño de NaveTierra “fuera de la red.”** Esta habitación debe tener buena ventilación y debe mantenerse separada de otro equipamiento de tipo eléctrico o de plomería, como

-el inversor o los calentadores de agua. Las baterías necesitan un espacio propio. Puede ser una sección de un cuarto mecánico, separado y ventilado, pero debería haber espacio suficiente para verificar el estado de la batería y el agua.

### **EL INVERSOR**

Hay muchos inversores en el mercado. El tamaño es un factor importante con cualquier inversor. Si el requerimiento de energía es DISEÑADO HACIA ABAJO mediante el análisis mencionado anteriormente, el inversor puede ser más pequeño y, obviamente, más barato. Algunos inversores pueden ser “agrupados” como las baterías y los paneles solares. Éste es un factor a considerar al momento de comprar un inversor, ya que esto permite que el sistema crezca. Lo esperable es gastar US\$1100 en un inversor lo suficientemente grande para manejar un pequeño hogar con una carga de energía DISEÑADA HACIA ABAJO. El inversor debe mantenerse cerca de las baterías debido a la caída del voltaje en la “perezosa” CC. Sin embargo, debe estar en un espacio separado de las baterías ya que una chispa del inversor podría causar una explosión en éstas. Generalmente los cuartos de baterías tienen un compartimiento especial para almacenarlas; todo lo demás, paneles de interruptores, inversor, etc. están en la habitación pero FUERA del compartimiento ventilado para las baterías.

Los paneles, las baterías, el inversor y los medidores (o la central de energía incluyendo paneles-

-de circuitos y controlador) son los componentes principales del sistema de energía fotovoltaico. Éste es muy simple en el caso de una casa promedio de dos o tres dormitorios, eléctricamente DISEÑADA HACIA ABAJO. Las casas más grandes son más complicadas pero incluyen estos componentes básicos. Se debería consultar a SSA o Photocomm Inc. por sistemas mayores a ocho paneles y diez baterías. SSA actualmente recomienda una serie de sistemas pequeños de 8 paneles y 10 baterías para casas más grandes. Recomendamos esto ya que conocemos el costo y el rendimiento del sistema pequeño. Por lo tanto, es fácil proyectar costo y rendimiento de 2, 3 o 4 de éstos. Los sistemas más grandes pueden salirse de control en relación a gastos no previstos, tarifas de diseño, dilemas de los electricistas, mantenimiento, servicio y rendimiento dudoso.

### **RESPALDO**

Aprender a navegar un bote requiere práctica. Del mismo modo, vivir en un hogar solar requiere práctica. Un experimentado fanático solar podría tomar un pequeño sistema fotovoltaico y nunca tener un problema. Sin embargo, un creyente sin experiencia que haya pasado toda su vida con abundante energía, a menudo podría sufrir inconvenientes durante el primer año de vida solar. Un buen consejo para el novato es tener una fuente de poder alternativa como respaldo, de ser posible. Esto serviría para evitar inconvenientes y prolongar la vida útil de las baterías en caso

-de que se sucediera un número poco común de días nublados. También existe la posibilidad de dejar algo encendido y así agotar tu sistema. El viento se convierte en una segunda naturaleza para el navegante, pero no somos marinos aún. Un sistema de respaldo puede hacer que aprender a “navegar con el sol” sea una experiencia más placentera.

Los generadores de propano o gasolina son un método de dar respaldo a un sistema. Otro método es simplemente tener una conexión eléctrica para ser encendida solo en casos de emergencia. Ambos métodos de respaldo deberían ser instalados solo para cargar las baterías, así como el sol carga las baterías. De esta manera, estarías usando siempre el mismo sistema. Hay “cerebros” para controlar esto automáticamente que cuestan US\$700. Si estás usando una serie de sistemas pequeños, haz que el respaldo vaya a un sistema estratégico para proveer respaldo a un área principal.

Los sistemas fotovoltaicos para una casa de dos dormitorios pueden reducirse a ocho paneles, diez baterías, un inversor de US\$1100 y unos cuantos indicadores, es decir US\$5000-6000 con una central de energía. La misma casa, si no es correctamente analizada o “*diseñada hacia abajo*”, con un dueño *incapaz de dejar atrás la “dependencia de los artefactos”* podría necesitar un sistema de \$20.000. Los factores en juego aquí son **análisis, diseño consciente de la energía y evolución personal**. Estos tres ingredientes pueden unirse-

-para formar independencia en la misma forma que la arena, el cemento y el agua se unen para formar concreto.

Las casas más grandes no necesitan ser más complicadas. Pueden ser divididas en “alas”, cada una con su propio sistema de energía de ocho paneles o en algunos casos agrupando dos de ellos. Esto crea sistemas simples y fáciles de entender. La coordinación e integración de los sistemas de las diferentes alas puede requerir guía por parte de SSA.

### **VIVIENDO CON UN SISTEMA ELÉCTRICO SOLAR**

La mayor parte de este capítulo ha brindado un entendimiento básico de los sistemas eléctricos fotovoltaicos. Debe establecerse este entendimiento si se quiere intentar vivir con este sistema. Ahora que entendemos con qué estamos intentado vivir, *vivamos con él*.

Te levantas a la mañana. Está nublado. Bien, no vas a lavar hoy. No enciendes la calefacción porque tu NaveTierra la provee inherentemente. No necesitas luces durante el día por el mismo motivo. De hecho, no necesitas *ninguna* energía el día de hoy, excepto para algunas pequeñas cosas. Vas a recibir algunos mensajes de FAX, entonces enciendes tu máquina de FAX. Tu refrigerador solar está funcionando, pero está tan bien aislado y

-diseñado en forma tan eficiente que puede encenderse y apagarse por varios días sin agotar tu sistema de energía. Si los días nublados se suceden, el refrigerador solar puede ser apagado durante la noche y encendido a la mañana sin dañar los alimentos. Esto solo es posible gracias a su gran aislamiento. Los nuevos refrigeradores “de masa solar” de Solar Survival permitirán esto como un procedimiento normal. Necesitas tu computadora, pero no consume tanta energía y tu banco de baterías está diseñado para manejar esta pequeña carga por varios días. Miras el reporte del clima para saber si estará nublado o soleado los próximos días. (El meteorólogo se vuelve más confiable con el paso de los años). Si va a estar nublado, no usas muchas luces esta noche y ves tan poca TV como puedas. Si va a estar soleado, planeas lavar mañana y tal vez veas una película.

El punto es que te mantienes en sintonía con el clima y planeas tus actividades diarias de acuerdo a esto. Esto no representa un problema grave, dado que toda la energía que necesitan tú y tu casa será completamente gratuita por el resto de tu vida. Tu única obligación es estar al tanto del reporte del tiempo para planificar tu día en lugar de hacer lo que quieras, cuando quieras, cuantas veces quieras, y luego tener que pagar por ello tanto con dinero como-

-con la destrucción del medio ambiente. *¿A quién le importa que tus hijos tengan un planeta en que vivir mientras tú puedas lavar la ropa cuando quieras y puedas poner a funcionar el lavavajillas para no ensuciar tus manos?* La idea es que sepas que **seguirás viviendo a través de tus hijos aún después de que tu cuerpo desaparezca**. Es como si tuvieras un sándwich y tus dos niños estuvieran contigo. ¿Te lo comerías todo tú y les dirías a tus niños que se consigan uno para ellos? ¿O lo dividirías en tres partes y les convidarías a ambos? Bueno, lo mismo sucede con la tierra. ¿Queremos dejar algo para nuestros hijos o queremos *comerla entera nosotros solos?*

Cuando hay sol, usas tanta electricidad como quieras. Cuando está nublado, actúas con cuidado, **o si no peleas en las guerras por petróleo y vives con desperdicios nucleares**. Esa es la realidad. Miras el clima y tus indicadores y decides lo que quieres hacer y cuando quieres hacerlo. El sol es tu amigo, un amigo de quien puedes depender. Conoces su naturaleza, a veces se oculta tras las nubes. También puedes esperar esto. Es como una relación con otra persona. Esta persona tiene distintos estados de ánimo. El sol tiene “estados de ánimo” pero, a diferencia del resto de la gente, no tiene ego. Aceptamos las estaciones (“estados de ánimo”) por lo que son. Esquiamos en invierno y tomamos sol en verano. Es esta misma actitud la que debemos adoptar *todos los días* para la vida solar. Nuestras vidas deben *gravitar* alrededor-

-del Sol, como los planetas *gravitan* alrededor del Sol. Permitimos que nuestras vidas graviten alrededor de cosas mucho más superficiales como programas de TV, religiones, clubs sociales, partidos de futbol, política, etc. ¿Por qué no permitir que algo tan verdadero, imparcial, confiable y generoso como el sol tome algunas de las decisiones? Esto es todo lo que se necesita para vivir libre de facturas de servicios públicos y con la promesa de que nuestros hijos tendrán un planeta que heredar.

La vida solar es similar a la navegación en un velero. El bote está diseñado para relacionarse con el viento. El velero se opera en relación a lo que está haciendo el viento. El buen marinero va donde quiere sin ruido, sin polución, sin miedo, pero con la paz mental que le da saber que siempre habrá viento.

#### Recomendaciones para la supervivencia solar

Nuestras recomendaciones se basan en veinte años de ensayo y error en la vida solar. La tecnología evoluciona en forma constante y nosotros estamos siempre aprendiendo. Estas recomendaciones están sujetas a cambios cada seis meses. Esto es así porque nos ponemos continuamente en situaciones de “conejiillos de indias” para probar tanto el equipamiento actual como nuestros conceptos (acerca de cómo usar ese equipo) y a nosotros mismos.

Para una casa de dos o tres dormitorios DISEÑADA HACIA ABAJO:

#### **Paneles**

8 paneles de 51 Watts Kyocera con poste de montaje  
Bastidor de montaje.

#### **Baterías**

10 o 12 baterías de 6 Volts de ciclo profundo Exide o Trojan. Actualmente no recomendamos baterías con 20 años de duración ya que la tecnología mejorará radicalmente en siete años. ¿Para qué tener una batería de 20 años?

#### **Inversor**

Inversor Photocomm PCUL 12/17 de 2500 Watts.  
Salida continua de 1700 Watts, standard UL.

#### **Controlador de carga**

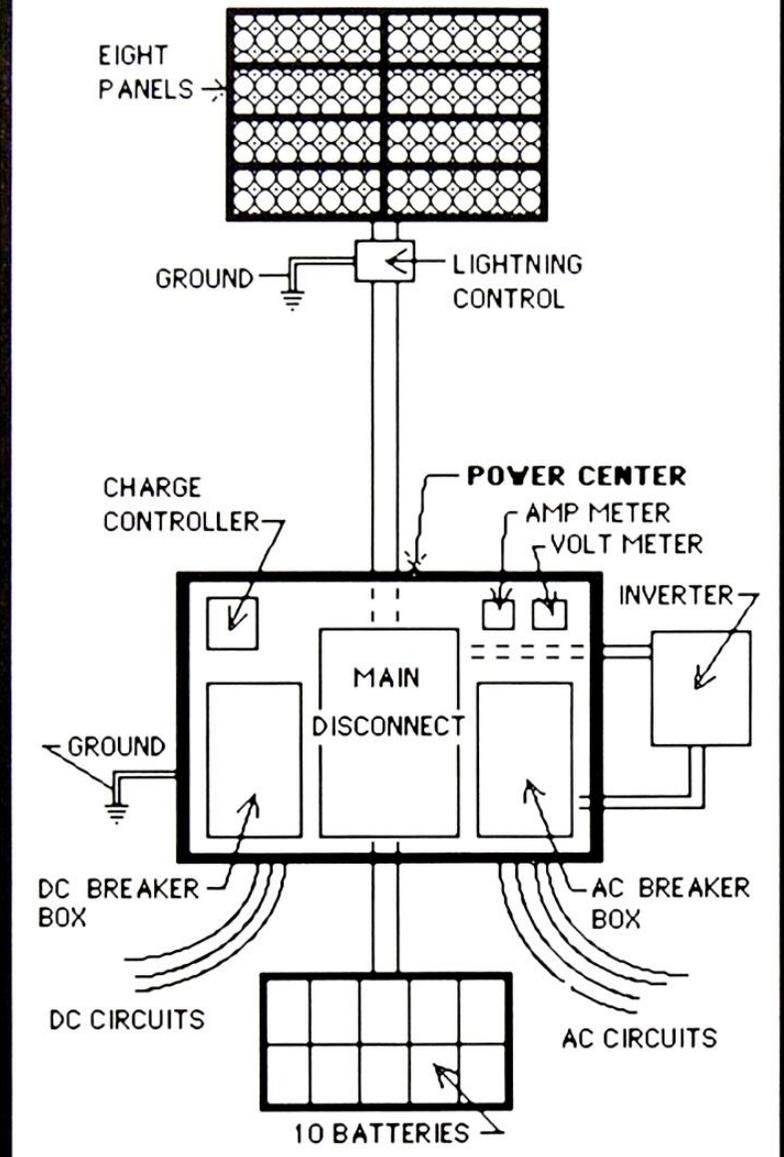
Photocomm NDR 30 de 12 Volts con inhibición manual, generalmente incluido en la central de energía.

#### **Central de energía**

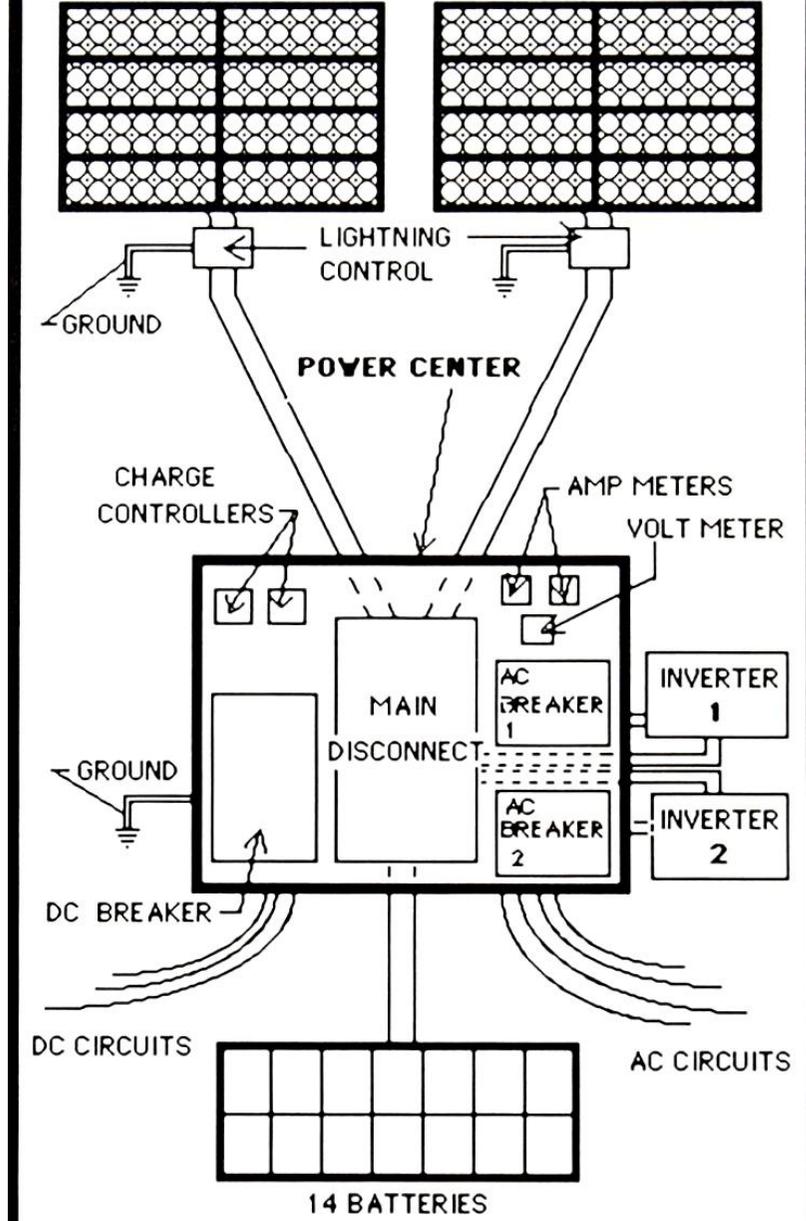
Hecha por encargo por SSA. Esta unidad incluirá el interruptor principal requerido, así como medidores amperaje y voltaje, cajas de corto circuito de AC/ DC e interruptores de control de carga y de panel.

La central de energía descrita arriba es una unidad aprobada por el código que te permite (por medio de diagramas) conectar tu propio inversor, baterías y paneles a esta unidad. Todo el trabajo técnico de electrónica que requeriría contratar un electricista está ya hecho dentro de esta unidad. Simplemente ordenas la central de energía con el número de circuitos de AC y/o DC que necesitas.

### EIGHT PANEL SYSTEM - 12 VOLT



### TWIN SYSTEM - 12 VOLT



### Hogares de mayor tamaño

Divide el hogar en “alas” y usa varios módulos de cada uno o ambos sistemas diagramados en la página anterior, integrados por SSA. Los sistemas más grandes, “de diseño”, pueden quedar fuera del alcance por costo y complicaciones muy fácilmente. Además, son difíciles de entender y reparar por la mayoría de los dueños de hogar y electricistas. Este pequeño sistema ha probado ser confiable, simple y robusto, y conocemos su costo. Simplemente duplicándolo para una vivienda grande (con algún consejo técnico de SSA) es una recomendación segura y simple. Muchos ingenieros solares pueden no coincidir con esto, pero nuestra recomendación se origina de vivir con y usando energía solar durante muchos años (estamos actualmente **construyendo una comunidad** con módulos de este sistema como la fuente de energía para abastecer herramientas de construcción (roto martillos, hormigoneras, sierras de disco, lijadoras, etc.). Cuando la construcción se completa, el mismo sistema que construyó la casa, la alimenta.

### **APÉNDICE**

#### Calentadores de gas sin venteo

Hechos por VALOR

Ordenar a SOLAR SURVIVAL ARCHITECTURE,  
505 758-9870

Caja postal 1041 Taos, Nuevo México, 87571

1. Pequeño. Alcanza como calentador de respaldo para un espacio de NaveTierra de hasta 54 m<sup>2</sup> (600 pies<sup>2</sup>).  
184-N Para gas Natural  
184-P Para gas licuado (GLP)
2. Grande. Alcanza como calentador de respaldo para un espacio de NaveTierra de hasta 90 m<sup>2</sup> (1000 pies<sup>2</sup>)  
185-N Para gas Natural  
185-P Para gas licuado (GLP)

#### Sistemas de riego solares

1. Photocomm, Inc.  
División paisajismo e irrigación  
1941 Don Lee Place, Suite B  
Escondido, CA 92025  
(619) 741-5690
- o Photocomm, Inc.  
Sistemas de energía eléctricos solares  
4419 E. Broadway  
Tucson, AZ 85711  
(602) 327-8558
2. Rain Bird Sales, Inc.  
145 North Grand Avenue  
Glendora, CA 91740  
(818) 963-9311
3. Sprinkler Irrigation Supply Company  
4610 McLead Road, N.E.  
Albuquerque, NM 87109 (505) 881-4050

### Heladeras solares

HECHA POR SUN FROST

Disponible desde 0,1 m<sup>3</sup> (4 pie<sup>3</sup>) hasta 0,5 m<sup>3</sup> (19 pie<sup>3</sup>)

Pídelo a Solar Survival Architecture (SSA)

Caja 1041

Taos, NM 87571

(505) 758-9870

### Paneles solares, estantes de montaje, controladores de carga,

Inversores, Controles, centro de potencia y baterías.

Pídelo a Solar Survival Architecture (SSA)

Caja 1041

Taos, NM 87571

(505) 758-9870

### Manuales de conexión para sistemas solares eléctricos

1. "New Solar Home", por Joel Davidson
2. "Living on 12 Volts" y "Wiring 12 Volts for ample Power", por David Smear y Ruth Ishihara.
3. "Wiring Simplified", por H. P. Richter.
4. Home Power Magazine  
P.O. Box 130  
Hornbrook, CA 96044-0130

### Bombas solares

HECHAS POR SURE FLOW

Pídelo a Solar Survival Architecture (SSA)

Caja 1041

Taos, NM 87571

(505) 758-9870

Photocomm, Inc.

Sistemas de energía eléctricos solares

4419 E. Broadway

Tuscon, AZ 85711

(602) 327-8558

Flowlight Solar Power Workshop

Rte. 1 Box 216

Espanola, NM 87532

1-800-DC-SOLAR

### Teléfonos celulares

Sistemas de comunicaciones Decker

P.O. Box 2298

201 Cruz Alta Rd.

Taos, NM 87571

### Consultas por todos los sistemas

por cita, teléfono o en persona, a US\$60/hora

Solar Survival Architecture (SSA)

Box 1041

Taos, NM 87571

(505) 758-9870

