



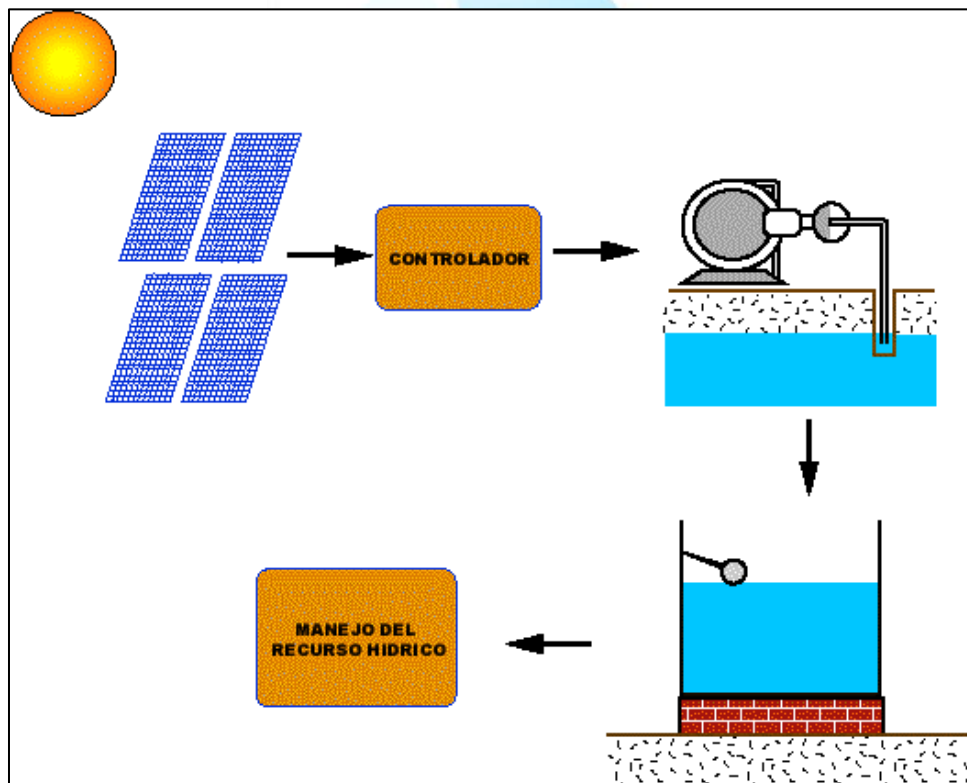
## USO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA BOMBEO DE AGUA

El riego es un gran desafío que enfrenta la agricultura. Frecuentemente no queda otra solución que bombear agua diariamente para asegurar una producción rentable.

Con una parte importante de las vastas áreas de agricultura no conectadas a la red eléctrica, se mantiene grupos electrógenos de diesel que generan la electricidad para el bombeo, resultando costosos por la compra permanente de combustible y contaminando el medio.

La excelente radiación y la reducción de los precios de los sistemas fotovoltaicos permiten reemplazar gran parte de estos generadores con energía solar. A pesar de una inversión inicial considerable, la ausencia de gastos corrientes para combustibles, un mantenimiento muy reducido y su larga vida, los vuelven frecuentemente económicamente más viables. En un sitio de buena radiación con los precios actuales del diesel (a pesar de su reciente reducción), el tiempo de amortización puede ser alrededor de seis años. La vida de un sistema solar frecuentemente es más de 20 años, solamente hay que cambiar baterías (si las hay).

Figura 01. Diagrama de bloques de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua





## DEFINICIONES

---

**Arreglo solar:** Conjunto de módulos solares fotovoltaicos conectados eléctricamente e instalados.

**Carga:** Cualquier dispositivo o aparato que demanda potencia. Esta depende de cada aparato y varía durante el día de acuerdo a la manera en que ésta opera.

**Celda solar o celda fotovoltaica:** Elemento que transforma la luz solar (fotones) en electricidad. Es el insumo fundamental de los módulos solares fotovoltaicos.

**Corriente Alterna:** Este tipo de corriente es producida por los alternadores y es la que se genera en las centrales eléctricas. La corriente que usamos en las viviendas es corriente alterna (enchufes).

**Corriente Continua:** La corriente continua la producen las baterías, las pilas y las dinamos. Entre los extremos de cualquiera de estos generadores se genera una tensión constante que no varía con el tiempo, por ejemplo si la pila es de 12 voltios, todo los receptores que se conecten a la pila estarán siempre a 12 voltios (a no ser que la pila este gastada y tenga menos tensión).

**Equipo de bombeo:** Es el que se encarga de extraer el agua y llevarla hasta un depósito de almacenamiento de agua. Su principal elemento es la bomba de agua.

**Radiación Solar:** Es un fenómeno físico debido a la emisión de energía por parte del sol en forma de radiaciones electromagnéticas. Estas radiaciones pueden ser cuantificadas y se expresan en unidades de irradiancia, una unidad que refleja su potencia por unidad de superficie.

**Tierra (grounding):** Conexión que se hace en la tierra para emplearla como retorno en un circuito eléctrico y arbitrariamente como punto de potencial cero.

**Watt pico:** Unidad de medida de un módulo solar fotovoltaico, que significa la cantidad de potencia máxima que puede generar el módulo a condiciones estándar de funcionamiento (1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C y 1.5 de masa de aire).

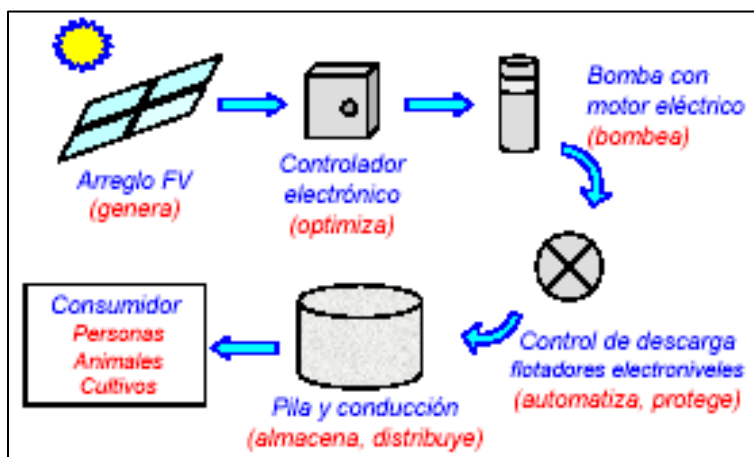
## SISTEMA DE BOMBEO SOLAR

---

Los sistemas solares de bombeo pueden satisfacer un amplio rango de necesidades que van desde 1,000 litros diarios para abrevar pequeños ganados o para consumo humano, hasta 50,000 litros diarios para abrevar ganados más grandes e irrigar pequeñas parcelas. Su costo inicial es alto comparado con sistemas de bombeo a base de motores de combustión. Por consiguiente, el proyectista o usuario debe considerar cuidadosamente las ventajas y desventajas de la opción solar antes de tomar una decisión.



Figura 02. Operación de un sistema FV de bombeo de agua



Un sistema FV de bombeo es similar a los sistemas convencionales excepto por la fuente de potencia. Su operación es muy sencilla. Los componentes principales que lo constituyen son: un arreglo de módulos FV, una unidad de control o controlador electrónico, un motor acoplado a una bomba y un tanque de almacenamiento.

Las necesidades de agua para consumo humano y de animales requieren del uso de un tanque de almacenamiento. Se recomienda almacenar el agua para tres días de reserva. Almacenar agua en tanques es mucho más económico que almacenar energía en baterías. Después de algunos años de uso, las baterías necesitan reemplazarse, mientras que la vida útil de un tanque de almacenamiento bien construido es de varias décadas. En general no se recomienda utilizar baterías en los sistemas solares de bombeo.

## EL EQUIPO DE BOMBEO

La potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la intensidad del sol. Es decir, a medida que varía la intensidad solar durante el día, también cambia la disponibilidad de potencia para la bomba. Fabricantes tales como Grundfos, Solarjack, A.Y. McDonald, Dankoff, Shurflo, entre otros, fabrican equipos para bombeo solar diseñados especialmente para trabajar en estas condiciones de potencia variable. Cada fabricante suministra el motor, la bomba y los controles necesarios. Aparte de los controles, las bombas son muy similares a las bombas convencionales. Hay equipos de bombeo solar con bombas centrífugas y volumétricas, sumergibles y no sumergibles. A continuación se mencionan algunas características de cada tipo.

Las bombas centrífugas superficiales tienen la ventaja de fácil acceso para reparaciones y mantenimiento. Sin embargo, están limitadas en términos de capacidad de succión (7 metros máximo). Son de bajo costo, larga durabilidad y toleran cierta cantidad de arena y otros



sedimentos. Se recomiendan para aplicaciones que requieran grandes volúmenes de agua (20,000 a 40,000 litros por día) a baja altura de bombeo (1 a 10 metros).

Las bombas centrífugas sumergibles son las más comunes en sistemas de bombeo FV. Hay una gran variedad de modelos. Generalmente tienen varios impulsores y por ello se les conoce como bombas de paso múltiple. Estas bombas no deben operarse en seco porque sufren daños por sobrecalentamiento. La mayoría son muy confiables y pueden durar más de 10 años en servicio continuo, aunque su costo inicial es mayor que las bombas superficiales. Se recomiendan para bombear cantidades moderadas de agua (5,000 a 20,000 litros por día) a carga dinámica total media (20 a 35 metros).

Las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo son adecuadas para el bombeo de bajas cantidades de agua (1,000 a 5,000 litros por día). Son más eficientes que las bombas centrífugas, especialmente mayor altura de bombeo. Algunas de estas bombas usan un cilindro y un pistón para mover el agua; otras utilizan diafragmas. Este tipo de bombas son menos resistentes a la arena. Los diafragmas y sellos se desgastan y deben ser reemplazados periódicamente. Existen modelos sumergibles y no sumergibles.

## COMPONENTES DEL SISTEMA

---

Para lograr impulsar una bomba convencional o una construida especialmente para bombeo solar, se debe también considerar diversos elementos para adecuar la energía entregada por los paneles fotovoltaicos

Básicamente, un sistema de bombeo fotovoltaico se compone de un generador fotovoltaico, un convertidor de potencia, un equipo de bombeo y una estructura hidráulica. Pueden incorporarse también medios de almacenamiento de energía eléctrica (baterías), aunque su uso no es muy común en el bombeo.

**Paneles solares:** El panel solar es el encargado de transformar la energía solar en electricidad. El tipo de electricidad que proporcionan los paneles solares fotovoltaicos es de corriente continua.

**Bomba:** Es el elemento encargado de tomar el agua del pozo e impulsarla hasta el lugar en donde se requiere. Existen múltiples tipos de bombas en función de la técnica de impulsión que utilicen aunque en general pueden dividirse en dos grandes grupos: centrífugas y volumétricas. También existen otras divisiones como las de bombas sumergibles y no sumergibles (en el agua del pozo) o aquellas que trabajan con corriente continua y con corriente alterna. Esta último tipo de bomba para poder conectarla a los paneles solares o a la batería requerirá de un transformador de corriente.

**Batería (opcional):** Elemento encargado de almacenar la energía eléctrica proporcionada por los paneles para su posterior uso en los momentos en los que no hay radiación solar o no en la suficiente potencia. En las instalaciones fotovoltaicas para bombeo la batería no se justifica en la mayoría de los casos. Con un correcto dimensionado se puede bombear la cantidad suficiente de



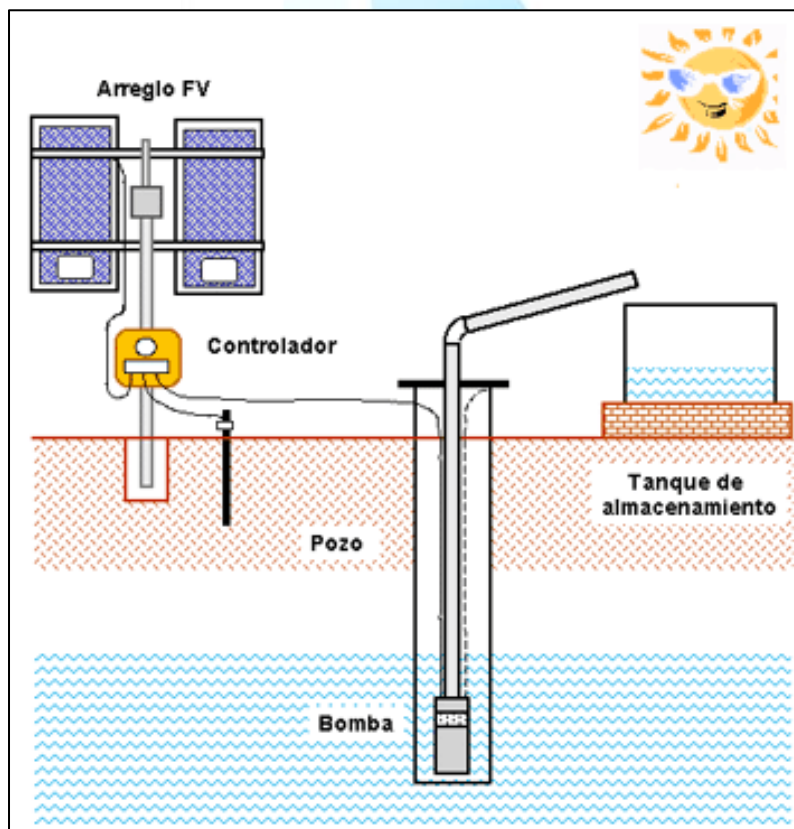
agua necesaria durante las horas de radiación solar y así evitar este costoso componente. Además en caso de necesitarse una reserva, el agua en si misma se puede almacenar en depósitos con lo que se evitaría las pérdidas energéticas que ocasiona la batería.

**Reguladores:** Cuando la instalación consta de un acumulador será necesario el empleo de un regulador que evite sobrecargas perjudiciales para la batería

**Dispositivos optimizadores de potencia:** La corriente eléctrica tiene dos magnitudes: la tensión (medida en Voltios) y la corriente (medida en Amperios). Del producto de estos dos factores se obtiene la potencia (medida en Watios). La potencia es la capacidad que tiene una máquina para desarrollar un trabajo en un tiempo determinado.

Cuando durante las primeras y las últimas horas del día la radiación solar es débil el panel solar genera un tipo de corriente con casi la tensión máxima de la que es capaz pero con poca intensidad. El producto de ambos elementos da como resultado una potencia insuficiente para activar la bomba.

Figura 03. Componentes del sistema





## VENTAJAS

---

### VENTAJAS ECONÓMICAS

- Los costos de operación son bajos.
- El mantenimiento es sencillo y de bajo costo.
- El transporte de los materiales es práctico.
- El coste de los componentes disminuye a medida que avanza la tecnología.

### VENTAJAS AMBIENTALES

- No consume combustible.
- Muy alta confiabilidad y larga vida útil (superior a 15 años).
- No contamina el aire ni el agua.
- Operación totalmente automática y desatendida.
- Sencilla instalación y mínimo mantenimiento.
- Fácilmente transportable debido a su bajo peso y volumen.
- Capacidad modular de ampliación.

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

---

Los sistemas FV de bombeo de agua bien diseñados y adecuadamente instalados son muy sencillos de operar y mantener. Típicamente, el sistema tiene que arrancar y parar dependiendo de la demanda y disponibilidad de agua, así como también de la fuente solar. Con la utilización de interruptores (flotador y electrodo), la mayoría de los sistemas pueden automatizar sus funciones a un costo adicional relativamente bajo, especialmente cuando se usa un motor eléctrico. Cuando sea necesario, el interruptor del sistema se puede utilizar para apagar manualmente la bomba. El apagado manual es necesario para reparaciones o modificaciones del sistema de distribución de agua, cuando se realicen reparaciones al sistema eléctrico y cuando se extraiga la bomba para inspección, mantenimiento o reparación. El sistema comenzará a operar normalmente cuando se accione el interruptor a la posición de encendido.

El personal responsable de la operación y el mantenimiento debe ser entrenado adecuadamente. El instalador del sistema debe proveer un Manual de Operación y Mantenimiento, estableciendo los principios de operación del sistema, el mantenimiento de rutina y los requerimientos de servicio. En él también debe estar incluida información referente a seguridad y a los problemas que comúnmente se presentan en esta clase de instalaciones. La manera más efectiva para maximizar los beneficios de los sistemas de bombeo de agua es llevando a cabo un mantenimiento preventivo. El programa de mantenimiento preventivo debe estar diseñado para maximizar el costo de vida útil del sistema. Por supuesto, cada tipo de sistema tiene diferentes requisitos de mantenimiento. Las condiciones específicas de operación impondrán requisitos adicionales. En general, el mantenimiento de un sistema fotovoltaico de bombeo requiere lo siguiente:



- **Mantenimiento de rutina y reparaciones menores.** Se incluye el monitoreo de desempeño del sistema, el nivel de agua y su calidad. Una inspección visual puede detectar ruidos o vibraciones inusuales, corrosión, invasión de insectos, componentes o conexiones eléctricas sueltas, fugas de agua, algas, etc. La mayoría de estos problemas pueden ser corregidos en el campo. El operador del sistema (típicamente el propietario) debe ser capaz de realizar todo el mantenimiento de rutina y las reparaciones menores. El mantenimiento rutinario ayudará a detectar y corregir la mayoría de los pequeños problemas que con el tiempo se pueden convertir en mayores problemas que pueden dejar inoperable el equipo.
- **Reparaciones preventivas y correctivas.** Se incluyen los reemplazos o reparaciones de componentes tales como, reemplazo del diafragma o impulsores, y reemplazo de los componentes defectuosos. Este tipo de mantenimiento puede requerir herramientas especiales y conocimiento. En la mayoría de los casos, es necesario que personal capacitado haga las reparaciones.

## REFERENCIAS

- Sandia National Laboratories. Guía para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaica.
- Orbegoso, Carlos y Arivilca, Roberto. Manual técnico para instalaciones domiciliarias – Energía Solar Fotovoltaica. Green Energy Consultoria y Servicios SRL. 2010.

Para cualquier sugerencia o consulta, comuníquese con nosotros a los siguientes medios:  
Telef. (511) 534-5713/(511) 534-1140 | email: [contactenos@gasenergy.com.pe](mailto:contactenos@gasenergy.com.pe)  
Website: [www.gasenergy.com.pe](http://www.gasenergy.com.pe)