



**ACCIÓN
CONTRA EL
HAMBRE**



BOMBEO SOLAR

**PAUTAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO
EN LA INSTALACIÓN DE BOMBAS SOLARES**

GUÍA

AVISO LEGAL

..... COPYRIGHT

© Red Internacional de Acción contra el Hambre

Se autoriza la reproducción total o parcial siempre que se cite la fuente, a menos que se especifique lo contrario. Si la reproducción o el uso de información escrita y multimedia (ya sea sonido, imágenes, software, etc.) está sujeto a previa autorización, esta autorización cancelará el permiso general antes mencionado e indicará claramente cualquier restricción en el uso y/o manejo de dicha información.

..... DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

El propósito de este documento es llamar la atención de la información pública relacionada con las iniciativas y políticas de la Red Internacional de Acción contra el Hambre (ACF-IN). Nuestro objetivo es difundir información precisa y actualizada sobre la fecha de creación. Nos esforzaremos por corregir cualquier error que se nos presente. Sin embargo, Acción contra el Hambre no es de ninguna manera responsable del contenido de la información en este documento.

Cual:

- son de naturaleza general y no tienen como objetivo abordar las circunstancias específicas de una persona física o jurídica;
- no son necesariamente completos, exhaustivos, exactos o actualizados;
- a veces se refieren a documentos o sitios externos sobre los cuales Acción contra el Hambre no tiene control y para los cuales Acción contra el Hambre declina cualquier responsabilidad;
- no tienen valor como asesoramiento legal.

Este descargo de responsabilidad no pretende eludir los requisitos de las leyes nacionales aplicables o excluir la responsabilidad de Acción contra el Hambre de manera contraria a los requisitos de las leyes nacionales aplicables o excluir su responsabilidad en el caso de que no pueda estar bajo los términos de dicha legislación.

DISEÑO Y OBRA: Camille Evain - Asesora energética, Jean Lapègue - Gerente de Servicio WASH

DISEÑO GRÁFICO: Céline Beuvin

FOTO DE PORTADA: © Action contre la Faim

Acción Contra el Hambre Internacional, marzo 2019

© Red Internacional Acción Contra el Hambre, 2020 - 14-16, boulevard de Douaumont - 75017 París

www.actioncontrelafaim.org / www.actionagainsthunger.org / www.accioncontraelhambre.org

BOMBEO SOLAR

PAUTAS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO
EN LA INSTALACIÓN DE BOMBAS SOLARES

ACRÓNIMOS

ACF	Action contre la Faim
AAH	Action Against Hunger
ACH	Acción Contra el Hambre
DC	Corriente Continua
AC	Corriente Alterna
PMAX	Potencia nominal máxima
STC	Condición de prueba estándar
NOCT	Temperatura de funcionamiento normal de las celdas

FIGURAS

FIGURA 1:	Tipos de bombeo solar en función del caudal y la altura total de bombeo	10
FIGURA 2:	Componentes obligatorios	12
FIGURA 3:	Componentes opcionales	12
FIGURA 4:	Esquema de un cuadro de cc según norma europea para 3 strings	15
FIGURA 5:	Ejemplo de un armario según norma estadounidense	15
FIGURA 6:	Tres ejemplos de controladores de bombas	17
FIGURA 7:	Ejemplo de inversores de bombeo solar	17
FIGURA 8:	Sensor típico y su fijación a la tubería	18
FIGURA 9:	Bomba Grundfos - SQFlex con sensor de bajo nivel integrado al cable	18
FIGURA 10:	Bomba estándar	19
FIGURA 11:	Principales sistemas PROHIBIDOS para extensiones sumergibles	20
FIGURA 12:	Modificación del eje horizontal – sistemas principales (según la estación)	21
FIGURA 13:	Modificación del eje vertical – sistemas principales (según la hora)	21
FIGURA 14:	Foto de un sensor flotante estándar	23
FIGURA 15:	Operación de un sensor flotante	23
FIGURA 16:	Relé y electrodos para suspender el cable	24
FIGURA 17:	Operación de un sistema de sondas de electrodos	24
FIGURA 18:	Sensor de flotador magnético típico	24
FIGURA 19:	Sonda de transmisión de presión típica	25
FIGURA 20:	Pantallas típicas	25

TABLAS

TABLA 1:	Configuraciones estándar dependiendo del flujo y la altura total	10
TABLA 2:	Principales defectos reportados durante y después de la implementación del proyecto	11
TABLA 3:	Tipos de paneles solares recomendados	13
TABLA 4:	Posible solución técnica para que el proveedor responda	14
TABLA 5:	Métodos de extensión de cable, en orden de calidad	20
TABLA 6:	Posibles conexiones del generador de energía	22

ÍNDICE

ACRÓNIMOS	4
FIGURAS	4
TABLAS	4
ÍNDICE	5
<hr/>	
A / TIPOS DE BOMBEO SOLAR, COMPONENTES PRINCIPALES Y OPCIONALES	9
1. TIPOS DE BOMBEO SOLAR	10
2. COMPONENTES PRINCIPALES	12
1 Paneles solares (PV)	13
2 Soportes de paneles solares	14
3 Cuadro de protección	15
4 Controlador de bomba o inversor de bombeo solar	16
5 Sistema de tierra	18
6 Sensor de agua de bajo nivel (en el pozo)	18
7 Bomba sumergible (o grupo motor-bomba)	19
3. COMPONENTES OPCIONALES	21
8 Sistemas de seguimiento solar (manual o automático)	21
9 10 Generadores de energía – de reserva o suplemento estacional	22
11 Detección de nivel de agua en el tanque	23
<hr/>	
B / TAMAÑO, PUESTA EN MARCHA DEL SITIO Y FORMACIÓN DEL USUARIO	27
1. TAMAÑO	28
PASO 1 Necesidades de energía eléctrica por día	28
PASO 2 Cálculo de la potencia nominal de la bomba	28
PASO 3 Cálculo de la potencia del generador diesel	29
PASO 4 Potencia del panel solar a instalar	29
PASO 5 Conclusión del cálculo	30
2. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN	31
3. FORMACIÓN DEL USUARIO	32
ANEXOS	33
Anexo 1 Recursos informativos	34
Anexo 2 Mapa de radiación solar	35
Anexo 3 Hoja de identificación de bombeo	36
Anexo 4 Lista de verificación para la puesta en marcha	37

En un mundo donde los desafíos de las emisiones de gases de efecto invernadero y la preservación del medio ambiente son cada vez más significativos, y en el que los desafíos para el acceso sostenible a los recursos hídricos requieren soluciones duraderas y eficientes, Acción contra el Hambre promueve junto los técnicos en terreno y coordinadores sectoriales de Agua, Saneamiento y Higiene (WASH) y Seguridad Alimentaria y Medios de Vida (SAME) adoptar soluciones de bombeo solar en los proyectos.

Fácil de diseñar, respetuosa con el medio ambiente, de implementación asequible y muy económica en costos de operación y mantenimiento, la solución solar tiene muchas ventajas programáticas y atrae cada vez más a actores del mundo humanitario, así como comunidades de usuarios y donantes.

Esta guía lo ayudará a diseñar sus proyectos de bombeo solar.

Al leer este manual, entenderá que no es necesario detallar las especificaciones técnicas con demasiada precisión para el presupuesto. Pero es obligatorio especificar los resultados esperados de su bombeo solar, que incluyen:

- Caudal diario a bombear (m³/día)
- Altura equivalente (m)
- Con posibilidad de conectar un generador de energía
- Con todos los elementos de seguridad: con caja de protección (que incluya fusibles, protector contra sobretensiones, interruptor), regulador de voltaje, sonda de detección de bajo nivel en el pozo y red de puesta a tierra.
- Con alternativas opcionales, si corresponde (calidad del soporte del panel solar, lectura remota del nivel de agua, generador de energía de apoyo...)

Usando las fórmulas de cálculo simplificadas, puedes verificar las propuestas del (los) proveedor(es) y confirmar que la cantidad de paneles, la potencia de la bomba y la potencia del grupo electrógeno sean correctas.

Si tiene algún problema, si no puede verificar el tamaño o si encuentra algún caso particular, puede solicitar asistencia por correo a: energyrequest@actioncontrelafaim.org (Solo para comentarios del personal de ACH).

Recibirá entonces el bombeo del proveedor utilizando el formulario adjunto, y solicitará las modificaciones necesarias para garantizar que el bombeo cumpla con los requerimientos especificados.

Finalmente completará la capacitación para los usuarios, o lo hará el instalador. El comité de gestión del sitio de bombeo controlará el uso del bombeo recién creado. Los usuarios conocerán las operaciones de mantenimiento a realizar y sabrán a quién contactar en caso de fallo o ante la necesidad de piezas de repuesto.

Si leyó estos documentos después de completar su proyecto y se equivocó en algo, no es demasiado tarde para corregirlo. Siempre es posible realizar trabajos correctivos, que generalmente son baratos. Para ello, es necesario identificar las modificaciones a realizar, tarea por tarea, consultar a los proveedores para obtener las piezas adaptadas y realizar el trabajo de modificación.

Si tiene alguna pregunta, no dude en solicitar asistencia técnica, enviar imágenes de las instalaciones y/o sistemas actuales que cree que debe modificar, o valide las ofertas de los proveedores a través de la dirección de correo electrónico: energyrequest@actioncontrelafaim.org (Solo para comentarios del personal de ACH).

La energía solar constituye una ventaja enorme al permitir que los beneficiarios del proyecto tengan acceso fiable al agua con costos operativos mínimos. Esta ventaja solo se cumple si el bombeo es seguro y se realiza con equipos de calidad para garantizar la sostenibilidad de las nuevas instalaciones.

A/

TIPOS DE SISTEMAS DE BOMBEO, COMPONENTES PRINCIPALES Y OPCIONALES



© Action contre la Faim



A/ TIPOS DE SISTEMAS DE BOMBEO, COMPONENTES PRINCIPALES Y OPCIONALES

1. TIPOS DE BOMBEO SOLAR

Existen principalmente 3 tipos de bombas solares cuyas curvas estándar se presentan a continuación:

- ① **Bombas manuales motorizadas.** Este es el mismo mecanismo que el utilizado en el bombeo manual (tipo «India Mark» de pistón y articulación), en el que se agrega un motor para reemplazar la motricidad humana,
- ② **Bombas «solares especial»** alimentadas directamente a través de un controlador de bomba adecuado, que debe suministrar el fabricante de la bomba para garantizar la compatibilidad,
- ③ **Bombas convencionales** (generalmente alimentadas por un generador) que serán alimentadas a través de un inversor de frecuencia variable, comúnmente llamado «inversor de bombeo solar».

FIGURA 1: TIPOS DE BOMBEO SOLAR EN FUNCIÓN DEL CAUDAL Y LA ALTURA TOTAL DE BOMBEO

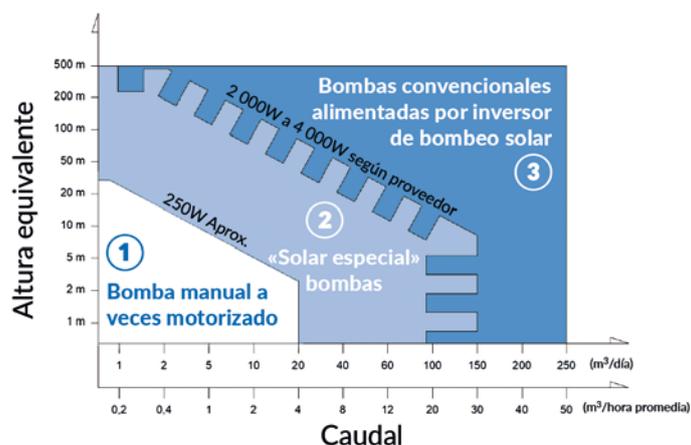


TABLA 1: CONFIGURACIONES ESTÁNDAR DEPENDIENDO DEL FLUJO Y LA ALTURA TOTAL

CONFIGURACIÓN	Bombas manuales motorizadas ①	Bombas solares ②	Bombas convencionales ③
Energía	< 250 W < 0,35 HP	250W a 4 000W (max 2000W solo para algunos proveedores) 0,35 HP a 5 HP	> 4 000 W > 5 HP
Solución	Bombas manuales Para aplicaciones de riego (largos tiempos de bombeo), existen bombas manuales "motorizadas" que ofrecen la ventaja de mantener un modo manual en caso de problemas.	Bombas «solares», que se deben adquirir con su controlador. Es posible encontrar bombas de AC o DC.	Bomba estándar, alimentada por inversor de bombeo solar. Las bombas funcionan con corriente alterna trifásica (AC) y frecuencia variable en la gran mayoría de los casos.
Tipo de equipo (ejemplos)		 Controlador de bombeo solar.	 Inversor de bombeo solar.
Ejemplo de marcas y gamas de los proveedores principales.	VOLANTA: - Una bomba en el familia, pero el precio y el rendimiento dependen de la profundidad del pozo.	GRUNDFOS: - Familia SQFlex LORENTZ: - Familia PS2	GRUNDFOS: - Familia SP para la bomba - Familia RSI para el inversor LORENTZ: - Familia PSk2 (bomba e inversor)

El sistema de bombeo solar fotovoltaico es implementado cada vez más en los programas de Acción contra el Hambre. En varios entornos, donde las habilidades técnicas y el acceso a la red eléctrica a menudo no son accesibles, se observan regularmente defectos en el diseño de los sistemas y en su implementación.

La presente guía proporciona una descripción general del sistema de bombeo solar fotovoltaico, que propone reglas básicas sobre calibración para que pueda constatar automáticamente el número de paneles propuestos por un subcontratista y verificar los errores comúnmente cometidos por diseñadores no calificados y así evitarlos. Estos defectos se muestran en tabla 2 abajo.

TABLA 2: PRINCIPALES DEFECTOS REPORTADOS DURANTE Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

DEFECTO OBSERVADO	FUENTE DEL ERROR	CONSECUENCIA
Elección incorrecta del modelo de bomba	El diseñador diseña el sistema de bombeo como un sistema de bombeo estándar (con un generador) y simplemente indica en las especificaciones que la fuente de energía debe ser solar.	Bajo rendimiento del sistema Dificultades para suministrar equipos que no son versión estándar en el sistema de bombeo solar.
Ausencia del controlador de bomba	Algunas bombas funcionan con corriente continua y, por lo tanto, pueden ser alimentadas directamente por los paneles sin transformación. De hecho, el controlador a veces se olvida o no se instala voluntariamente.	Deterioro de material (principalmente de la bomba).
Empleo de Inversores diseñados para uso doméstico, produciendo una tensión 400/230V a 50Hz	La bomba solo puede funcionar a máxima potencia. Cuando no haya suficiente sol para que la bomba funcione a máxima potencia, la bomba no arrancará.	El sistema no funciona con poca luminosidad (mañana / tarde / días nublados). Pérdida de más del 50% de la potencia de bombeo.
Uso de baterías para garantizar el bombeo nocturno o cuando la luminosidad es demasiado baja.	Instalación de un inversor diseñado para alimentar edificios y no bombeos (ver arriba).	Incorporación de equipos inútiles, caros de renovar y contaminantes al final de la vida. En caso de necesidad de agua fuera de las horas de sol, almacene el agua en una depósito elevado.
Mal dimensionado de la potencia total de los paneles fotovoltaicos	Se solicita al proveedor un rendimiento (un caudal diario y una altura de bombeo), el proveedor ofrece una bomba adecuada, pero paneles insuficientes para que funcione correctamente (ya que no se han dimensionado).	La bomba funciona a baja velocidad y no se alcanza el rendimiento esperado.
Ausencia de protección eléctrica.	Los paneles solares son vistos como una fuente de energía no peligrosa porque cada panel produce 12 ó 24V, bajo voltaje que no es peligroso. Los diseñadores a menudo omiten protecciones eléctricas (fusibles, disyuntores...) Pero para el bombeo solar, el voltaje de los paneles es acumulativo para operar la bomba. Como resultado, el voltaje de funcionamiento suele ser de 120 V a 500 V, lo cual es peligroso.	Riesgo de electrocución para los usuarios. Riesgo de destrucción de equipos.
Ausencia de sensor de agua de bajo nivel.	Algunas bombas están autoprotegidas contra el vacío: están equipadas con un sensor que las detiene cuando el pozo está vacío. Pero este no es el caso para todas las bombas y algunas se instalan sin sensor.	Destrucción de la bomba cuando el pozo está vacío.

La mayoría de estos defectos se pueden evitar fácilmente, ya que provienen de descuidos debido a la falta de conocimiento por parte del diseñador o, por el contrario, especificaciones técnicas demasiado avanzadas que requieren que los proveedores ofrezcan hardware no estándar o inapropiado. El propósito de esta guía es encontrar el equilibrio adecuado entre demasiados detalles en las solicitudes de cotización y las importantes omisiones que pueden realizar los diseñadores no calificados.

En ningún caso esta guía permitirá al lector convertirse en un especialista en bombeo solar, otras guías más completas (y más voluminosas) se enumeran en el Anexo 1, al final de esta guía práctica, para mejorar su conocimiento.

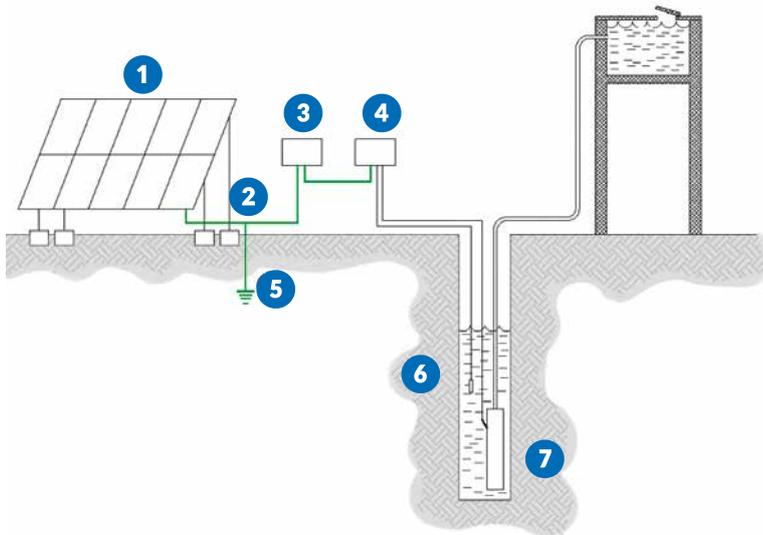
Para cualquier pregunta, necesidad de precisión en las medidas o cualquier caso particular, contactar con: energyrequest@actioncontrelafaim.org (Solo para comentarios del personal de AAH).

2. COMPONENTES PRINCIPALES

Los sistemas de bombeo solar tienen al menos los componentes enumerados en la Figura 2. Se detallan en los siguientes capítulos. Estos componentes principales deben incluirse en la Solicitud de Presupuesto (RFQ) para garantizar que el proveedor comprenda la solicitud correctamente y no olvide nada.

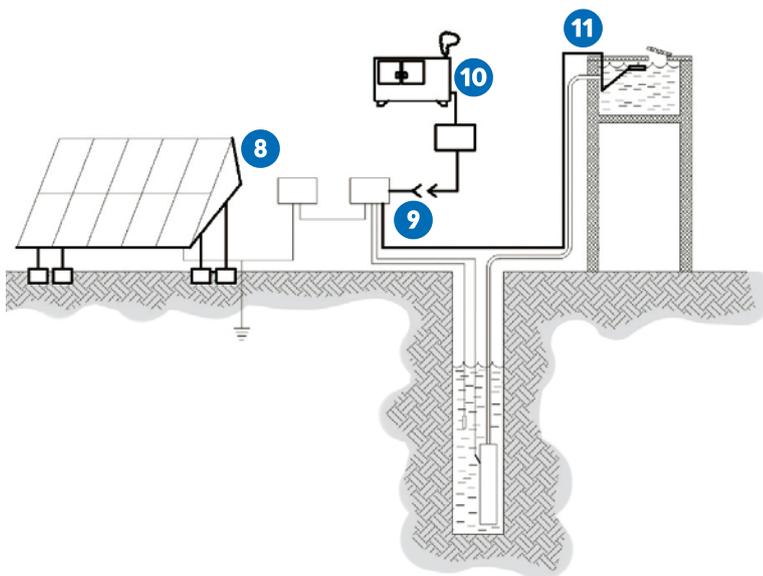
A esta configuración básica se pueden agregar varias opciones enumeradas en la Figura 3.

FIGURA 2: COMPONENTES OBLIGATORIOS



- 1 **Paneles solares**
- 2 **Soporte de paneles con cimientos de hormigón y sistema antirrobo.**
- 3 **Cuadro de protección con fusibles, contactor principal y dispositivo protector contra sobretensiones (protección contra rayos).**
- 4 **Controlador de bomba o inversor de bombeo solar.**
- 5 **Pica de puesta a tierra conectada al sistema de puesta a tierra, incluidos paneles, soportes, cuadros, controlador y bomba.**
- 6 **Sensor de agua de bajo nivel (detiene inmediatamente la bomba si el pozo está vacío de agua).**
- 7 **Bomba sumergible.**

FIGURA 3: COMPONENTES OPCIONALES



- 8 **Soportes de seguimiento solar (1 o 2 ejes).**
- 9 **Posible entrada para un generador de energía de emergencia, para ser utilizado en caso de problemas con los paneles solares. (El generador no está conectado permanentemente).**
- 10 **Generador de energía permanente para emergencia, o fuente complementaria (temporada nublada / lluviosa u horas de amanecer / atardecer).**
- 11 **Sensor de nivel de agua en el tanque principal para arranque / parada automático de la bomba o Sensor de nivel de agua para arranque / parada automática de la bomba, además de indicación de nivel de agua y alarmas con posibilidad de visualización remota.**

En la mayoría de los casos, no es necesario dimensionar cada equipo. El método recomendado es indicar el resultado esperado (flujo diario y altura total) en la solicitud de cotización, dejando así a los proveedores la opción de dimensionar la instalación y que ellos propongan el material más adecuado, en el cual serán los más competitivos.

Por otro lado, una vez que se han recibido las ofertas, es importante verificar el tamaño recomendado por los proveedores. Para esto, se presenta un método de cálculo en el capítulo B / Tamaño.

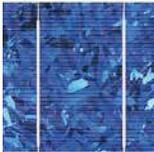
1 PANELES SOLARES (PV)

Hay muchos tipos de paneles solares y muchas denominaciones: monocristalinos, policristalinos, telurio de cadmio (CdTe), CIGS, CIGSS, silicio amorfo (a-Si), ... Todos tienen ventajas y desventajas, diferentes costes y relaciones de rendimiento.

Los tipos de paneles CdTe, CIGS, CIGSS, a-Si no se recomiendan en el bombeo solar, por muchas razones diferentes: son difíciles de reemplazar (posibilidades de suministro raras), consumen metales raros, presentan dificultades significativas en términos de reciclaje, pueden generar mucho tiempo a largo plazo de la contaminación del suelo en caso de que no se reciclen...

Los programas de ACH solo deben usar los dos tipos de paneles presentados en Tabla 3 abajo.

TABLA 3: TIPOS DE PANELES SOLARES RECOMENDADOS

TIPOS DE PANELES	MONOCRISTALINO (MONO-C)	POLICRISTALINO (POLY-C)
Imagen (ejemplos)		
Aspecto de la célula	Las células son generalmente de color azul oscuro y uniformes.	Las células son generalmente de color azul claro y los cristales son visibles.
Índice de eficiencia	Del 13 al 17%	Del 11 al 15%
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor rendimiento que los paneles policristalinos con radiación difusa (condiciones durante días nublados, ambientes con altos índices de contaminación, polvo...) • Mayor vida útil que PolyC 	<ul style="list-style-type: none"> • Más barato que MonoC • Huella de carbono baja • Baja sensibilidad a las fluctuaciones de temperatura
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor precio que PolyC • Bajo rendimiento con alta temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor rendimiento que MonoC • Menor vida útil que los paneles monocristalinos

Estos tipos de paneles son muy similares y se pueden instalar indistintamente: PolyCristalino es un poco más barato que MonoCristalino, pero tiene un rendimiento más bajo. Para instalar la misma potencia, se debe instalar una superficie más grande de PolyCristalino, por lo que su precio más bajo ya no es tan ventajoso. Las dos soluciones son casi equivalentes en términos de rendimiento y precio, por lo tanto, su disponibilidad en los proveedores suele ser un criterio más importante que la relación de rendimiento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS SOLICITUDES DE PRESUPUESTO

Las etiquetas en los paneles solares muestran mucha información, utilizada principalmente para controlar el rendimiento de los paneles a lo largo del tiempo y durante las operaciones de mantenimiento. Al comprar paneles solares y controlarlos en el momento de la entrega, solo se utilizan 5 especificaciones:

- | | |
|--------------------|--|
| • TIPO DE PANEL | Especifique «monocristalino o policristalino aceptado». |
| • POTENCIA PICO | No especifique ninguna potencia en la solicitud de cotización (dejando la responsabilidad del cálculo al proveedor), pero verifique que la potencia de los paneles entregados corresponda a la potencia propuesta. |
| • TIPO DE CONECTOR | Especifique «MC4», que es el conector estándar para el cableado de paneles solares. |
| • VIDA ÚTIL | Especifique “garantía de Producto de 10 años / Producción de 25 años al 80% de la producción”. |
| • CERTIFICADOS | Especifique conforme a IEC/EN 61730 o UL 1703. |



Conector MC4 Macho (arriba) y hembra (abajo).

2 SOPORTES DE PANELES SOLARES

Las configuraciones de instalación son muy diferentes de un sitio a otro (en el suelo, en el techo, en el tanque, sistema de seguimiento solar opcional - ver 8, el número y las disposiciones de los paneles...), los soportes de paneles solares están, en principio, especialmente diseñados y fabricados por el proveedor. En una solicitud de cotización, solo indique los siguientes elementos:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS SOLICITUDES DE PRESUPUESTO	
• ORIENTACIÓN / INCLINACIÓN	Especifique «orientado al sur» (o norte según el hemisferio de instalación), inclinación ideal de acuerdo con la latitud del sitio de instalación.
• FIJACIÓN	Especifique que el soporte debe estar diseñado y tener suficiente anclaje para soportar el viento.
• PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN	Especifique que el soporte debe estar protegido contra la corrosión.
• FIJACIÓN DE LOS PANELES EN EL SOPORTE	Especifique que la fijación de los paneles debe realizarse para evitar el robo de los paneles.
• SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Especifique que los paneles y sus soportes deben estar conectados a tierra con el grosor de cable adecuado (consulte el capítulo sistema de puesta a tierra).

Con estas indicaciones, el proveedor puede diseñar y cotizar la estructura. Para poder controlar la realización del soporte del panel del proveedor, la Tabla 4 a continuación enumera las opciones disponibles para los proveedores con respecto al diseño.

TABLA 4: POSIBLE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA QUE EL PROVEEDOR RESPONDA

DESTACADO	OPCIONES TÉCNICAS
Inclinación del panel	<p>El ángulo de inclinación óptimo en climas comunes para el mejor rendimiento durante todo el año es la latitud donde se instalan los paneles. Hay dos entornos excepcionales donde este ángulo no es óptimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas con clima monzónico o larga temporada nublada, el ángulo óptimo se puede cambiar para que los paneles sean perpendiculares a los rayos del sol durante la estación del monzón o nublado. • Áreas cercanas al ecuador (la banda central ubicada entre 10 ° Norte y 10 ° Sur: Sierra Leona, Liberia, CAR, RDC, Sudán del Sur, Kenia, Somalia ...). En esta área, teóricamente instalaríamos paneles horizontalmente, pero el ángulo mínimo de instalación es de 10 ° para permitir la limpieza, evitar la acumulación de polvo... <p>En la banda ecuatorial, se permite dividir los paneles solares en 2: una mitad inclinada 10 ° hacia el norte, la otra mitad inclinada 10 ° hacia el sur.</p> <p>Finalmente, siempre es posible solicitar soportes de panel que pueden tener dos o tres inclinaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inclinación A = ángulo óptimo = latitud del lugar de instalación (fuera de la banda ecuatorial) • Inclinación B = Inclinación A - 12 ° • Inclinación C = Inclinación A + 12 °
Base de soporte (fijación en el suelo)	<p>Además del peso de los paneles, el soporte también debe ser capaz de resistir la presión de elevación que ejerce sobre los paneles el viento que pasa por debajo de ellos.</p> <p>Un anclaje sólido requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • una fijación sólida/segura a la estructura del tejado sin dañar la impermeabilidad de los tejados, • el anclaje se hace con cimientos de hormigón de 30x30 en la superficie y al menos 50 cm de profundidad.
Protección frente a la corrosión	<p>El soporte del panel debe ser resistente a la corrosión. Generalmente se utilizan 3 métodos para lograrlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuras de aluminio (costoso). • Estructuras de acero galvanizado. En este caso, asegúrese de que las soldaduras se hayan pintado después del acabado. • Estructuras de acero. En este caso, asegúrese de que el soporte se cubra con dos capas de pintura, una hecha con pintura anticorrosiva y la otra con un acabado de pintura gruesa.
Fijación de paneles (en el soporte)	<p>La fijación de los paneles sobre el soporte debe prevenir robos al hacer que retirarlos sea lo más difícil posible. Comúnmente se utilizan 3 medios para lograrlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar los paneles en lo alto (en un techo, en una depósito elevado si la superficie lo permite, ...) • Rodear el parque de paneles con una cerca de alambre (con alambre de púas en la parte superior de la cerca si existe riesgo considerable de robo) • Soldar estribos al soporte para bloquear los paneles • Usar tuercas antirrobo si es posible adquirirlas (tuercas hendidas o tuercas con cabezal especial que requieren una llave particular para desenroscarse), o tornillos de cabeza hueca y tape la cabeza del tornillo con masilla cuando no sea posible acceder a las tuercas. <p>En caso de soldar muy cerca de los paneles, protéjalos antes de soldar para que no se dañen.</p>
Conexión a tierra / puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Los paneles se deben conectar al soporte con un cable mismo tamaño que los cables de conexión de los paneles, y el soporte se debe conectar a tierra mediante un cable de 16 mm²

3 CUADRO DE PROTECCIÓN

La caja de protección es esencial en todas las instalaciones de bombeo donde el voltaje de funcionamiento (en la bomba) es superior a 120 V. La instalación de un cuadro concierne a casi todos los bombeos, ya que este voltaje se alcanza incluso en instalaciones pequeñas (4 paneles de 250 Wp).

El cuadro de protección se utiliza para:

- Proteger el equipo de sobrecargas (fusibles).
- Apagar la instalación para realizar el mantenimiento a través de un interruptor principal ON / OFF.
- Proteger la instalación de rayos y sobretensiones (supresores de picos de tensión - SPD).
- Crear un punto central de puesta a tierra.
- En algunos bombeos de alta potencia, también se usa para conectar las diferentes strings de paneles solares y acumular su energía en una sola salida que alimentará el controlador o el inversor .

FIGURA 4: ESQUEMA DE UN CUADRO DE DC SEGÚN NORMA EUROPEA PARA 3 STRINGS

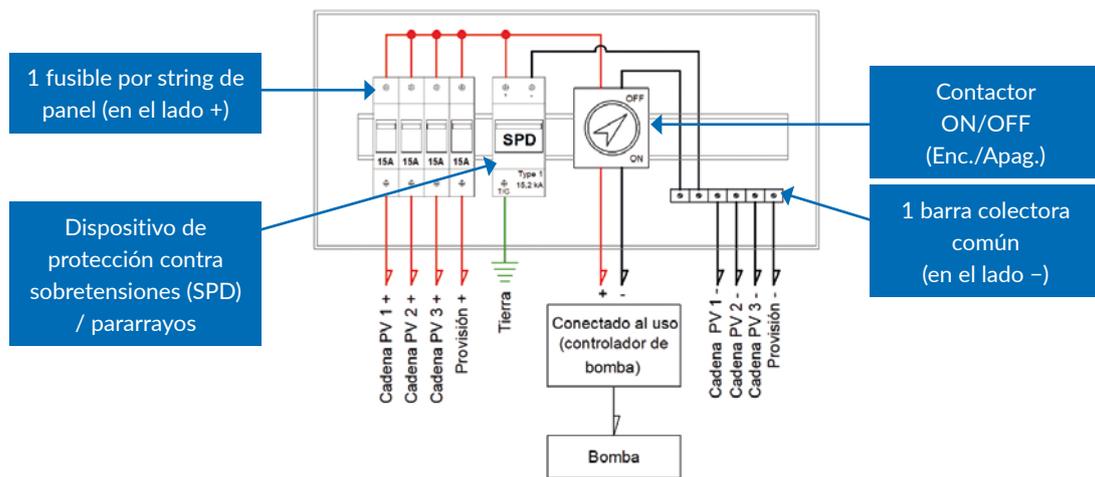
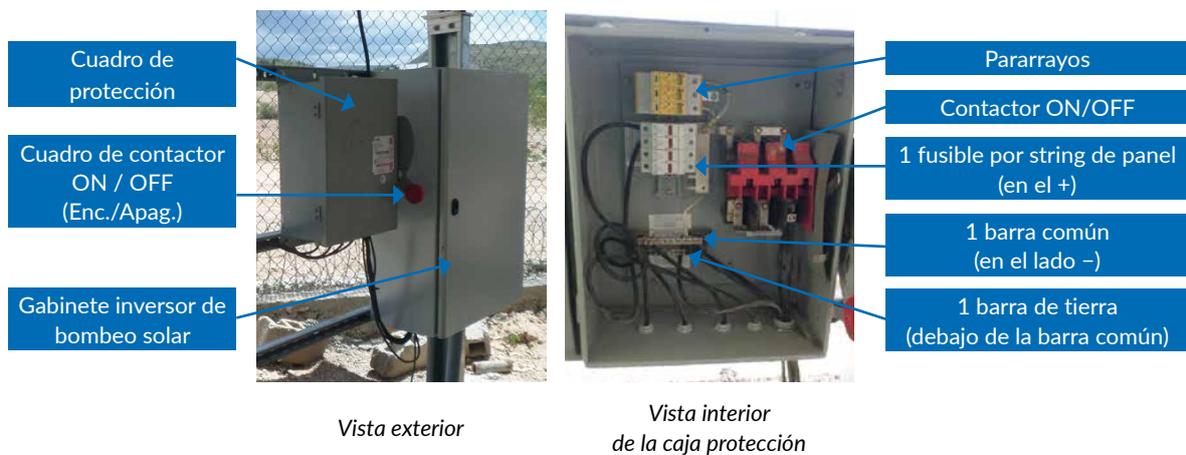


FIGURA 5: EJEMPLO DE UN ARMARIO SEGÚN NORMA ESTADOUNIDENSE (los mismos componentes que la figura 4)



En general los cuadros de protección son bastante pequeños y no son caros, pero a menudo se olvidan. Sin embargo, garantizan la durabilidad de la instalación (longevidad del equipo) y la seguridad del personal durante las operaciones de mantenimiento.

4 CONTROLADOR DE BOMBA O INVERSOR DE BOMBEO SOLAR

Excepto en casos específicos, (por ejemplo, cuando se trabaja en una renovación del pozo y se necesita adquirir un controlador para una bomba existente), es responsabilidad del proveedor proponer el controlador (o inversor) adaptado a la bomba que seleccionó para su oferta. Por lo tanto, es poco común que se detallen las especificaciones técnicas de un controlador (o inversor) en una solicitud de presupuesto.

En una estimación cuantitativa (BoQ) es aceptable que se presente la partida «controlador de bomba» o «inversor de bombeo solar», lo que significa que se debe proporcionar este equipo, con las siguientes funcionalidades incluidas:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS SOLICITUDES DE PRESUPUESTO

- **BOTÓN DE ENCENDIDO / APAGADO MANUAL** encender y apagar la bomba de forma manual.
- **GARANTIZAR LA SEGURIDAD CON UN NIVEL DE AGUA BAJO** detiene automáticamente la bomba cuando no hay agua por encima de ella.
- **MOSTRAR LA POTENCIA DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA BOMBA** verifica si la bomba está funcionando a máxima velocidad o bajo carga, principalmente en la mañana y en la noche cuando hay poca radiación solar.

De manera opcional, es posible requerir:

- Conexión de un sistema de sensores para arrancar / detener la bomba automáticamente dependiendo del nivel de agua en el tanque principal.
- Informe de alarma en el bloque de terminales para reportar averías de forma remota o para arrancar automáticamente un generador en caso de problemas o de falta de radiación solar mientras el tanque está vacío.

¿CONTROLADOR DE BOMBA O INVERSOR DE BOMBEO SOLAR?

Ambos dispositivos tienen la misma función: controlar la bomba. La diferencia de nombre entre el controlador y el inversor proviene esencialmente del tipo de bomba que accionan:

- **Las bombas pequeñas** (<2 kW ó 3 HP) se alimentan principalmente por corriente continua (DC) y son controladas por el valor del voltaje.
- **Las bombas medianas y pesadas** (> 4 kW ó 5,5 HP) funcionan con corriente alterna (CA) y están controladas por variación de frecuencia. Para que esto sea posible, la corriente DC de los paneles debe ser convertida (alterna o invertida), de ahí el nombre de «inversor de bombeo».
- **Al buscar potencia intermedia** (entre 2000 W y 4000 W), los proveedores pueden ofrecer bombas de DC, bombas de AC o bombas que admitan ambos tipos de voltaje, dependiendo de la marca que suelen suministrar, lo que tienen en stock, etc.

Es importante no especificar un tipo determinado de voltaje para que el proveedor pueda proponer el tipo de bomba (DC, AC o AC / DC) para la que será el más competitivo.

Cuando no conocemos el tipo de bomba y su voltaje de suministro, usamos el término genérico «controlador de bomba» (o «unidad de control de bomba»).

CONTROLADORES DE BOMBA

Para las bombas de corriente continua, el suministro de voltaje controla la velocidad de rotación: cuanto mayor es el voltaje, mayor es la velocidad de rotación. Los controladores de bomba son pequeños, tienen al menos un botón de ENCENDIDO / APAGADO, una pantalla que muestra el estado de la bomba y averías detectadas si estas hacen que la bomba se detenga. Figura 6 muestra 3 controladores de bomba implementan comúnmente.

FIGURA 6: TRES EJEMPLOS DE CONTROLADORES DE BOMBAS



INVERSORES DE BOMBEO SOLAR

La velocidad de rotación de las bombas de corriente alterna es controlada por la variación de frecuencia (en Hercios) del voltaje de AC. Por lo tanto, el inversor solar producirá una frecuencia variable dependiendo del voltaje de DC que recibe de los paneles. Normalmente, un inversor de bombeo solar arrancará la bomba a una frecuencia mínima de 25 Hz cuando haya poca luz solar. Aumentará la frecuencia de salida a medida que aumenta el voltaje de DC de los paneles, para finalmente alcanzar una frecuencia máxima de 50 Hz (o 60 Hz dependiendo de la bomba) cuando la energía solar llega a su máximo.

Por lo tanto, es imposible utilizar un inversor diseñado para consumo doméstico en una bomba solar. Los inversores para edificios están diseñados para proporcionar una frecuencia fija de 50 ó 60 Hertz (redes y frecuencias de generador). Si lo hace de todos modos, la bomba solo funcionará a la frecuencia fija de 50 Hz ó 60 Hz (su potencia máxima), y cuando el voltaje del panel no sea suficiente para permitir que el inversor produzca 50 Hz (mañana, tarde, días nublados, etc.) la bomba se detendrá. Esto limita el potencial del bombeo solar, cuyo principal propósito es proporcionar agua incluso cuando hay poca luz solar.

Para la mayoría de los inversores de bombeo solar es posible (o incluso necesario) establecer: la frecuencia mínima de arranque; la frecuencia máxima a plena potencia; la potencia de la bomba; el tipo de arranque; el tipo de sonda de bajo nivel de agua... La Figura 7 presenta los principales inversores de bombeo solar.

FIGURA 7: EJEMPLO DE INVERSORES DE BOMBEO SOLAR



5 SISTEMA DE TIERRA

Todo el bombeo solar debe conectarse a tierra a través de una pica de puesta a tierra. Los equipos que deben conectarse a la red de tierra son:



Símbolo de tierra

EQUIPO QUE DEBE CONECTARSE A TIERRA	TAMAÑO Y TIPO DE CABLE PARA CONECTAR A LA BARRA DE TIERRA FÍSICA
Paneles solares, que por lo general ya incluyen un pequeño agujero en el marco del panel donde el símbolo de tierra (ver arriba) ya está presente.	Mismo tamaño que los cables de conexión de los paneles
Soporte del panel solar / soporte y marcos metálicos	16 mm ² / cobre aislado o desnudo
Pararrayos dentro del cuadro de protección	16 mm ² / aislado
Marco metálico del inversor o controlador de bomba si se encuentra en un marco de metal	16 mm ² / aislado
Controlador de bomba o inversor de bombeo solar	Mismo tamaño que los cables de alimentación
Bomba sumergible	Mismo tamaño que los cables de alimentación

6 SENSOR DE AGUA DE BAJO NIVEL (EN EL POZO)

Todas las bombas deben estar protegidas contra la falta de agua. La falta de agua ocurre cuando la velocidad de bombeo es mayor a la capacidad del pozo, por ejemplo, en temporada seca.

En la gran mayoría de los casos, la seguridad contra la «falta de agua» se garantiza mediante un sensor colocado entre 10 y 30 cm por encima de la bomba. La mayoría de las veces, esta seguridad se proporciona a través de una sonda separada (ver figura 8), que se fija con collares de acero inoxidable (cerflex) o de plástico (colson) a la tubería de descarga, o en el cable de suspensión de acero galvanizado de la bomba cuando la tubería de descarga es flexible. La sonda nunca debe estar conectada al cable de alimentación, ya que este cable siempre debe permanecer distendido.

Algunos proveedores (como Grundfos, solo en la gama SQFlex) integran esta sonda directamente al cable de suministro de la bomba (ver figura 9), pero este caso aún es raro. En cualquier caso, debe incorporar esta seguridad a su solicitud de presupuesto.

FIGURA 8: SENSOR TÍPICO Y SU FIJACIÓN A LA TUBERÍA



FIGURA 9: BOMBA GRUNDFOS - SQFLEX CON SENSOR DE BAJO NIVEL INTEGRADO AL CABLE



7 BOMBA SUMERGIBLE (O GRUPO MOTOR-BOMBA)

Sin importar cuál sea el tipo de bomba (centrífuga, helicoidal, volumétrica...), las bombas sumergibles aún tienen los mismos componentes principales que se muestran en la figura 10:

- El motor (AC, DC, o multi-voltaje), ubicado siempre en la parte inferior. De esta manera, el motor siempre está sumergido, cosa que es necesaria para su refrigeración
- Orificio de succión (entrada) equipado con un filtro grueso para filtrar las impurezas grandes presentes en el agua
- La bomba, ubicada siempre en la parte superior
- Orificio de descarga (salida) con rosca para atornillar el tubo de descarga. La salida generalmente está equipada con una válvula de retención.
- Una longitud corta de cable (de 50 cm a 1 m) sellado en el motor de manera que el instalador no tenga que abrirlo para conectar el cable de alimentación (y potencialmente romper su sellado)

No es necesario dar especificaciones técnicas para el tipo de bomba (AC o DC, centrífuga o volumétrica...), dejando así la opción al proveedor de proponer el producto más adecuado y que será el más competitivo. Solo se deben especificar 2 parámetros en la solicitud de cotización, ya que tienen una fuerte influencia en la vida útil de la bomba:

- **Los materiales utilizados en la bomba:** todos los componentes expuestos al agua deben ser de acero inoxidable de calidad mínima de AISI304, para estar naturalmente protegidos contra la corrosión.
- **Tipo de motor:** para una máxima durabilidad, se debe tener cuidado al elegir motores «sin escobillas» o «brushless» (tenga en cuenta que este nombre también se usa en países de habla hispana). El rotor de estos motores está equipado con imanes permanentes en lugar de electroimanes que requieren un suministro por fricción de los cepillos (carbones), que son una fuente de averías. Por lo tanto, los motores sin escobillas tienen un mejor rendimiento (sin fricción) y no tienen piezas de desgaste internas.

FIGURA 10: BOMBA ESTÁNDAR



Además de solicitar una bomba en acero inoxidable AISI304 equipada con un motor sin escobillas, también es necesario especificar la calidad del agua que se bombeará en la solicitud de cotización. Si cuenta con resultados de análisis de muestra, indique las condiciones de funcionamiento:

- La temperatura del agua
- El grado de impurezas presentes en el agua (Granulometría)
- Cualquier otro parámetro relacionado con el agua que se bombeará que pueda influir en el funcionamiento de la bomba: pH si es diferente de un pH neutro (7), la composición química si es especial, ...

EXTENSIÓN DEL CABLE DE ALIMENTACIÓN DE LA BOMBA

Si la bomba tiene el tamaño correcto, está hecha de acero inoxidable y está equipada con un motor de calidad, entonces el punto débil del sistema no será la bomba sino su instalación. De hecho, la bomba se entrega con un cable pequeño (de 50 cm a 1 m como máximo) que debe conectarse al cable de alimentación que baja al pozo.

Esta conexión debe estar perfectamente sellada y ser duradera. Para esto, los 3 sistemas aprobados se muestran en la Tabla 5 a continuación.

TABLA 5: MÉTODOS DE EXTENSIÓN DE CABLE, EN ORDEN DE CALIDAD

	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE UN KIT	KIT INSTALADO
LA MEJOR CALIDAD: Caja de conexiones de plástico con resina líquida	Este es un kit que consiste en un sobre (carcasa) generalmente en forma de eje, reforzado en sus extremos para apretar los cables y ensanchado en el medio para dejar el volumen necesario para los conectores de la parte central. Una vez que se realiza la conexión y se cierra la caja alrededor de esta, se vierte la resina suministrada con el kit, luego se endurece y hace que el ensamblaje sea resistente al agua a largo plazo.		
SEGUNDA CALIDAD: Mangas de soldadura termorretráctiles	Es un conjunto de mangas compuesto de tres partes: <ul style="list-style-type: none"> • Funda de crimpado para conectar los conductores entre ellos. • Mangas termorretráctiles para colocar cables. • Funda termorretráctil para colocar todo el cable. Advertencia: la instalación de este kit requiere algunas habilidades específicas para poder hacer que sea realmente resistente al agua.		
APROBADO PERO A EVITAR SI ES POSIBLE: Extensor de cable	Es un kit resistente al agua para atornillar. No se recomienda debido a que: <ul style="list-style-type: none"> • Una vez realizada la conexión, todavía queda aire en la parte de conexión. Este sistema no es resistente a la presurización y generalmente no es resistente al agua por encima de 5 bar (50 m de profundidad). • No cabe en cables planos, y la mayoría de las bombas están equipadas con cables planos. 		

Todos los sistemas hechos con cinta (eléctrica o estándar), bloques de conexión, WAGO, etc. tengan o no «caja impermeable» **ESTÁN PROHIBIDOS**. Estos sistemas (los principales se presentan en la figura 11) no son resistentes a la presión, no se mantienen en el tiempo o no proporcionan un sellado real. Estas cajas se llaman «impermeables» porque son resistentes a la lluvia, pero no son sumergibles en absoluto.

FIGURA 11: PRINCIPALES SISTEMAS PROHIBIDOS PARA EXTENSIONES SUMERGIBLES



3. COMPONENTES OPCIONALES

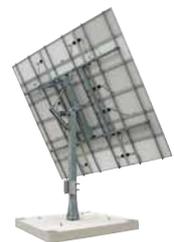
8 SISTEMAS DE SEGUIMIENTO SOLAR (MANUAL O AUTOMÁTICO)

Los paneles solares fotovoltaicos funcionan mejor cuando la superficie colectora está orientada perpendicularmente a los rayos solares. Si los paneles se instalan fijos, con la orientación y ángulo de inclinación ideales, entonces la luz del sol golpeará los paneles perpendicularmente durante un tiempo muy corto: solo entre las 12 am. y las 2 p.m., durante la primavera (marzo) y el otoño (septiembre).

Fuera de este período (del día y del año), los rayos del sol no serán perpendiculares a la superficie del panel, y los paneles solares producirán menos que su potencia nominal. Para maximizar el rendimiento del panel, es posible instalar soportes que puedan cambiar su orientación y / o inclinación dependiendo de la estación y la hora del día. Esto puede hacerse de forma manual o automática.

Los sistemas totalmente automatizados (ver foto al lado) son comúnmente llamados sistema de seguimiento solar en todos los países (incluidos los de habla francesa). No se recomiendan para instalaciones en sitios rurales y remotos ya que el riesgo de fracaso y la incapacidad pueden tener un impacto importante. Por otro lado, no debemos ignorar el posible beneficio que ofrece la instalación de un sistema simple, que permite cambiar la orientación y / o la inclinación de los paneles de forma manual.

Sistemas de modificación manual del eje horizontal según la temporada (figura 12) generalmente permiten un rendimiento de producción de + 15 % durante el año en comparación con un soporte fijo. Una modificación manual con eje vertical o inclinado (figura 13) permite una eficiencia un 25 % mayor que los soportes fijos. Estos últimos sistemas tienen un gran potencial pero requieren tener un operador permanentemente en el sitio para modificar la orientación de los paneles de acuerdo con la hora del día.



Vista posterior de un sistema de seguimiento solar automatizado en dos ejes.

FIGURA 12: MODIFICACIÓN DEL EJE HORIZONTAL – SISTEMAS PRINCIPALES (según la estación)



Eje Central: Sistema de bloqueo / movimiento al final del eje de rotación



Eje Central: Sistema de bloqueo de la parte trasera del panel



Modificación de inclinación cambiando la longitud de las patas

FIGURA 13: MODIFICACIÓN DEL EJE VERTICAL – SISTEMAS PRINCIPALES (según la hora)



Eje inclinado para latitudes importantes (> 40°)



Eje central vertical - autoportante (pequeño grupo de paneles)



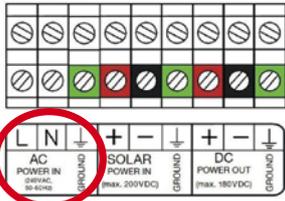
Eje desplazado con soporte en tira circular de hormigón

9 10 GENERADORES DE ENERGÍA — DE RESERVA O SUPLEMENTO ESTACIONAL

El bombeo solar generalmente está diseñado para ser totalmente autónomo. Sin embargo, tan pronto como el suministro de agua sea crítico para la agricultura o vital para la población, es esencial proporcionar una conexión opcional para una fuente de energía externa, comúnmente un generador.

Esta fuente de energía externa se puede utilizar en caso de falta de disponibilidad de la producción solar (rotura, resolución de problemas o mantenimiento), o durante ciertas estaciones: lluvia intensa, nubosidad, nieve que cubre los paneles... Es posible que esta fuente de energía no esté conectada permanentemente, pero se debe proporcionar la posibilidad de conectarla. Actualmente hay tres posibilidades diferentes de conexión del generador que se muestran en la tabla 6 a continuación.

TABLA 6: POSIBLES CONEXIONES DEL GENERADOR DE ENERGÍA

Con un cuadro especial que se debe pedir al proveedor de la bomba, que realiza la inversión de fuente (cambio de solar a generador).	A través de una entrada provista para este propósito dentro del controlador de la bomba o del inversor de la bomba solar.	Con un MCB pendiente (tipo de motor) en una caja. La caja está conectada a la entrada provista para este propósito dentro del controlador de la bomba o del inversor solar.
 <p>(Ejemplo: cuadro IO101 marca Grundfos)</p>	 <p>(Ejemplo: Paquete de energía PP2200 marca Lorentz)</p> 	 <p>Este sistema se instala cuando la posible ubicación del generador está lejos del inversor. En ese caso, instalamos una especie de extensión permanente que termina en una caja en la que conectaremos el generador temporal o permanente.</p>



Bajo ninguna circunstancia es posible instalar un cable de extensión que termine con un enchufe macho, que esté conectado permanentemente a la instalación y listo para conectarse a un generador. La conexión de un generador debe realizarse mediante un bloque de terminales aislado (o motor MCB) provisto para este propósito.

En ningún caso es posible conectar un generador directamente a la bomba, incluso a través de un cambio, porque al hacerlo, todos los dispositivos de seguridad no funcionan, especialmente el sensor de agua de bajo nivel en el pozo.



Si no hay necesidad de un generador conectado permanentemente al sistema de bombeo, evitaremos instalar uno. Instalar un generador permanente cuando no es necesario puede verse como una bonificación o un extra para los beneficiarios, pero no lo es.

La instalación de un generador permanente requiere almacenamiento de combustible, aceite, piezas de repuesto, arranques regulares para mantenimiento, tratamiento de aceite drenado o descarga... y, por lo tanto, un coste adicional significativo para la comunidad beneficiaria del proyecto.

Las reglas de dimensionamiento de los grupos electrógenos de respaldo o complementarios son idénticas (ver el capítulo de cálculo). Debe garantizarse que el voltaje de salida del generador sea compatible con la fuente de alimentación del controlador de la bomba o del inversor de la bomba.

La especificación estándar para la instalación de generadores también debe aplicarse a los generadores instalados para sitios de bombeo (espesor de la losa, espacio libre alrededor de la máquina, flujo de aire de refrigeración, extintor de incendios ...).

11 DETECCIÓN DE NIVEL DE AGUA EN EL TANQUE

La detección del nivel del agua puede ser útil para:

- Arrancar y detener automáticamente la bomba de agua cuando el nivel de agua es bajo en el tanque y cuando el tanque está lleno. (Evitar desbordamientos y pérdida de agua).
- Iniciar alarmas (luces, alarmas sonoras, indicadores...)
- Conocer el nivel de agua en el tanque cuando este no es de acceso fácil: la grande altura del tanque, o cuando el tanque está ubicado lejos del pozo o punto de distribución.

Para realizar estas funciones, se pueden utilizar dos categorías principales de sensores:

- Sensores de «contacto de libre voltaje». Estos sensores funcionarán como un interruptor, se abrirán o cerrarán cuando se alcance un cierto nivel. No es posible medir con precisión el nivel con este tipo de sonda y mostrarlo en metros cúbicos. Solo se utilizan para enviar señales puntuales, como «arranque de bomba», «tanque vacío», «parada de bomba», etc.
- Sondos potenciométricas, comúnmente llamados «4/20 miliamperios» por el valor de corriente que permiten: 4 mA de corriente para el valor mínimo (tanque vacío) y 20 mA para el valor máximo (tanque lleno). Estos sensores pueden medir el nivel de agua con 1 cm de precisión, enviar esta información a una calculadora electrónica, que convertirá la señal a metros cúbicos y la mostrará en una pantalla. Además, estas calculadoras también pueden activar o desactivar algunos «contactos de voltaje libre» preprogramados, como se explicó anteriormente.

SENSORES DE CONTACTO DE VOLTAJE LIBRE

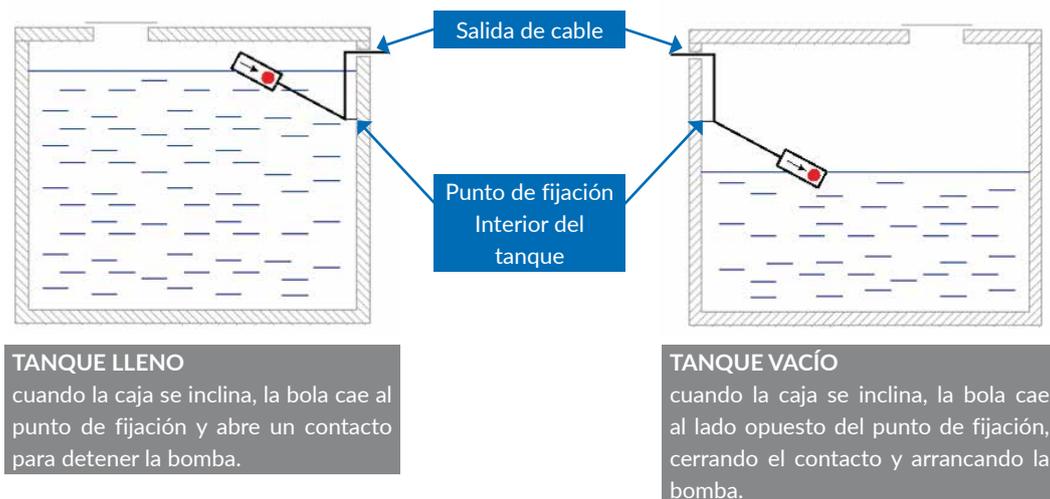
Sensores flotantes

El «sensor flotante» (figura 14) es el tipo de sonda que se usa con mayor frecuencia cuando solo se necesita arrancar o parar la bomba. Estos sensores consisten en una caja de plástico sellada llena de aire (que flota). Dentro de esa caja hay una bola que activa un contacto de inicio o parada después de que la caja se incline (ver figura 15 a continuación).

FIGURA 14: FOTO DE UN SENSOR FLOTANTE ESTÁNDAR



FIGURA 15: OPERACIÓN DE UN SENSOR FLOTANTE



Este tipo de sonda es muy práctico y fácil de instalar, sin embargo, no es muy fiable con el tiempo: la pelota tiende a colgarse después de un tiempo. Si se requiere una alta confiabilidad y / o durabilidad, es posible realizar el arranque automático con las «sondas de electrodos» que se presentan a continuación.

Sondas de electrodos

Para activar acciones, también es posible utilizar sondas de electrodos (figura 16). Esta detección se realiza con un conjunto de electrodos de acero inoxidable suspendidos a diferentes alturas en el tanque. Estos electrodos están conectados a un relé colocado en el cuadro, que interpreta la medición y envía las señales de inicio, parada, etc.

Comúnmente utilizamos tres electrodos para un sistema automático básico de arranque / parada:

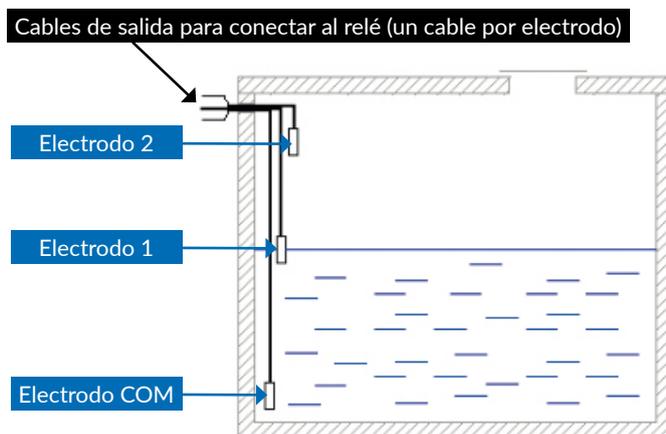
- El primer electrodo se coloca en el nivel más bajo posible dentro del tanque y se usa como nivel de referencia. Este electrodo de bajo nivel generalmente se llama «COM» en los diagramas.
- Otros electrodos están suspendidos en niveles donde se desea una detección de nivel.

En la Figura 17 a continuación, el electrodo COM está instalado en la parte inferior del tanque. Cuando el tanque está lleno, el agua hace contacto entre el electrodo COM y el electrodo 2. El relé interpreta este contacto como una señal de «tanque lleno» y detiene la bomba.

FIGURA 16: RELÉ (FOTO IZQUIERDA) Y ELECTRODOS PARA SUSPENDER EL CABLE (FOTO DERECHA)



FIGURA 17: OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE SONDAS DE ELECTRODOS



Cuando el nivel del agua desciende por debajo del electrodo 1, no hay contacto entre COM y ningún otro electrodo.

El relé interpreta que el tanque se está vaciando y enciende la bomba.

Luego, el nivel del agua aumenta en el tanque, hasta que el agua toca el electrodo 2. Esto hace contacto entre COM y el electrodo 2, el relé comprende que el tanque está lleno y detiene la bomba.

Es posible enfrentar las sondas de electrodos porque algunos controladores de bombas usan este tipo de sonda como estándar. Son mucho más fiables en el tiempo que los sensores flotantes. Al instalarlos, asegúrese de fijarlos en un soporte porque, dado que los electrodos están suspendidos de los cables, estarán sujetos al vórtice creado por la entrada de agua en el tanque durante el llenado. Deben fijarse a un cable ponderado o colocarse en un tubo de HDPE que se fija a la pared, para que no giren con agua durante el llenado del tanque.

SONDAS POTENCIOMÉTRICAS (O «4/20 MA »)

Sensores magnéticos de flotación

Este tipo de sensor se usa particularmente en tanques de metal y plástico porque están atornillados al tanque. Es muy raro encontrarlos en tanques de hormigón a menos que haya hecho una placa de metal con conexiones de tornillo.

Un flotador con anillo magnético dentro se deslizará a lo largo de una barra rígida (figura 18). Dependiendo de la posición del flotador en la varilla, la corriente que pasa la sonda variará entre 4 mA (nivel mínimo) y 20 mA (nivel máximo). Esta corriente es interpretada por una pantalla remota (ver las pantallas a continuación). Este tipo de sonda es muy fiable y puede mostrar un nivel con hasta 1 cm de precisión.

FIGURA 18: SENSOR DE FLOTADOR MAGNÉTICO TÍPICO



Sondas transitorias de presión

La sonda (figura 19) se coloca en la parte inferior del tanque y mide el nivel del agua (hasta 1 cm de precisión) de acuerdo con la presión que soporta: cuanto mayor sea el nivel de agua por encima de la sonda, mayor será la presión. La sonda transmite la misma información que la sonda flotante deslizante (fluctuación de la corriente de salida), y puede ser interpretada por el mismo tipo de pantalla.

Al igual que las sondas de electrodos, las sondas transmisoras de presión están suspendidas en el tanque. Si no se repara, se «girá» durante las recargas y esto dañará el cable, en el punto de conexión. Por lo tanto, debe estar unido a un soporte: un cable de acero inoxidable suspendido con un peso, o una barra vertical fijada en el tanque.

Cuidado: Se debe especificar la altura mínima y máxima de agua al ordenar la sonda al proveedor, para garantizar la corriente mínima (4 mA) al nivel mínimo y la corriente máxima (20 mA) al nivel máximo de agua (Configuración del fabricante).

FIGURA 19: SONDA DE TRANSMISIÓN DE PRESIÓN TÍPICA



PANTALLAS PARA SONDAS POTENCIOMÉTRICAS

Las sondas potenciométricas (o «4/20 mA») deben conectarse a las unidades de visualización proporcionadas para este fin. Estas pantallas son generalmente compactas (ver figura 20), y necesitan una configuración, especialmente para conocer la forma del tanque (cúbico, cilindro horizontal, cilindro vertical u otro). Una pantalla garantiza al menos las siguientes funciones:

- Asegure la fuente de alimentación de la sonda (12 ó 24 V DC debe especificarse al proveedor).
- Calcule la cantidad de agua, en el tanque en m³, dependiendo del peso del agua y la forma y tamaño del tanque en el que se colocará.
- Envíe algunas señales (contactos libre de tensión) en función de umbrales definidos.

FIGURA 20: PANTALLAS TÍPICAS



Marca Hitec



Marca Afriso / Eurojauge



Marca Interjauge

Las sondas potenciométricas tienen muchas ventajas: alta fiabilidad a lo largo del tiempo, medición precisa del nivel y visualización en m³, posibilidad de arranque / parada automáticos, notificación remota de alarmas ... sin embargo, tienen una gran desventaja: deben estar alimentadas eléctricamente.

Por lo general, consta de un pequeño panel solar de 50 W, destinado a la sonda y una pequeña caja con un cargador y dos baterías de 7 Ah (tamaño de una batería de motocicleta o un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para ordenador de mesa), para garantizar un suministro de energía continuo, sin restablecimiento de la configuración. En la mayoría de los casos, la pantalla está unida a la parte delantera del armario.

Esta fuente de alimentación no es difícil de ejecutar, sin embargo, no existe un armario estándar para realizar esta función. El proveedor debe hacer la caja a medida.

B/

TAMAÑO, RECEPCION DEL SITIO Y FORMACIÓN DEL USUARIO

© Acción contra la Faim





B/ TAMAÑO, RECEPCION DEL SITIO Y FORMACIÓN DEL USUARIO



Como se explicó en la introducción y en el capítulo «componentes principales», este documento no está destinado a la formación de técnicos en energía solar. El método recomendado es especificar a los proveedores los resultados esperados, principalmente el caudal diario y la carga total - y permitir que los proveedores propongan el tamaño ideal y el equipo más adecuado.

Sin embargo, puede suceder que los proveedores obtengan resultados muy diferentes en cuanto a la cantidad de paneles solares y la potencia de la bomba para su instalación. El siguiente cálculo muestra solo un método de calibración para verificar las ofertas del proveedor. La verificación se realiza en varios pasos que se muestran a continuación.

1. TAMAÑO

PASO 1 NECESIDADES DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR DÍA

El objetivo de los proyectos de bombeo, mediante energía solar, es bombear una cierta cantidad de agua a cierta altura, todos los días. Esto requiere una cantidad de energía mecánica (E2). Para calcular la energía eléctrica que se suministrará a la bomba del motor (E1), es necesario tener en cuenta la eficacia de la bomba, la cual varía según el tipo de bomba. Si se desconoce la eficacia de la bomba, se utilizarán los siguientes valores de referencia:

TIPO DE BOMBA	VOLUMÉTRICO	CENTRIFUGAL (<2 HP)	CENTRIFUGAL (> 2 HP)
Índice de rendimiento	0,6	0,4	0,6

Fórmula para calcular la energía eléctrica diaria en vatios hora por día (Wh/día):

$$\text{Energía eléctrica diaria (E1)} = \frac{\text{Volumen de agua (m}^3\text{/día)} \times \text{Carga (en m)} \times 2,725}{\text{Rendimiento de la bomba}}$$

EJEMPLO

Para llenar un tanque de 30 m³ dispuesto en 10 m de altura, con un 3 HP bomba de agua, ubicada en un pozo de 50m profundidad. La pérdida de presión en la tubería se estima en 1 bar (sobre-estimación voluntaria).

$$\text{Energía eléctrica diari (E1)} = \frac{30 \text{ (m}^3\text{/ día)} \times (10\text{m} + 50 \text{ m} + 10 \text{ m}) \times 2,725}{0,6} = 9\ 536 \text{ Wh/día}$$

En este ejemplo, el sistema solar tendrá que producir una energía de 9 536 vatios hora (Wh), por día , para alimentar la bomba de agua.

PASO 2 CÁLCULO DE LA POTENCIA NOMINAL DE LA BOMBA

De manera general, el flujo de agua nominal de la bomba instalada es igual al 20% (1/5) de la necesidad diaria de energía. Podemos calcular la potencia de la bomba con la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia nominal de la bomba (P1)} = \frac{\text{Energía eléctrica diaria E1 (Wh/día)}}{5}$$

EJEMPLO

Para equipar el pozo del ejemplo anterior (paso 1), la potencia nominal de la bomba será:

$$\text{Potencia nominal de la bomba (P1)} = \frac{9\ 536 \text{ Wh}}{5} = 1\ 907 \text{ W}$$

PASO 3 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL GENERADOR DIESEL

Cuando funciona con una fuente de energía variable, como paneles solares, los cuales producen más o menos según la energía solar, los arranques de la bomba son progresivos. Este no es el caso, si las bombas están alimentadas por un generador.

Una vez que el generador arranque, si se enciende el disyuntor de salida del grupo electrógeno, la bomba se enciende repentinamente y alcanza su potencia máxima en mili-segundos. Este aumento repentino de la potencia del motor eléctrico genera fuertes campos magnéticos, que el generador debe superar, antes de que el motor eléctrico pueda arrancar. Este fenómeno que se produce en los arranques directos de motores hasta que se llega a su régimen estacionario (velocidad nominal), se denomina «pico de arranque».

Si usted elige un generador con la misma potencia que la bomba (por ejemplo, 2.2 kVA para una bomba de 2kW), este grupo no podrá arrancar la bomba. Concretamente, el motor del grupo electrógeno se detendrá de forma drástica.

Para evitarlo, aplicamos la siguiente fórmula de cálculo:

$$\text{Potencia nominal del generador (también llamado LTP) (VA)} = \text{Potencia nominal de la bomba (P1)} \times 3$$

EJEMPLO

Para alimentar la bomba de 1 907 W, calculados previamente, necesitaremos un generador de:

$$\text{Potencia nominal del generador} = 1\,907\text{ W} \times 3 = 5\,721\text{ VA alrededor de } 6\text{ kVA}$$

PASO 4 POTENCIA DEL PANEL SOLAR A INSTALAR

Para garantizar esta producción, queremos instalar paneles solares. La producción de estos paneles depende de la radiación solar que llega a la tierra, y de su modo de instalación (ver la opción de «seguimiento solar»), una pérdida de eficacia debido al mantenimiento (película de polvo) y el envejecimiento de los paneles, a lo largo del tiempo. Los rendimientos fotovoltaicos observados con regularidad son los siguientes:

TABLA DE RELACIÓN DE RENDIMIENTO para seleccionar, según el tipo de instalación y las condiciones de funcionamiento	Instalación fija de paneles solares	Eje horizontal de seguimiento (modificación de inclinación para ajustarse con las estaciones)	Seguimiento del eje vertical (modificación de orientación que se ajustará con la hora del día)	Modificación totalmente automatizada en 2 ejes
Relación de rendimiento en entornos polvorientos	0,5	0,6	0,7	0,8
Relación de rendimiento en un entorno limpio	0,6	0,7	0,8	0,9

Fórmula para calcular la potencia de los paneles solares que se van a instalar:

$$\text{Potencia máxima de los paneles solares (Wp)} = \frac{\text{Energía eléctrica diaria E1 (Wh/día)}}{\text{Irradiancia diaria} \text{ (kWh/m}^2\text{/día)} \times \text{Rendimiento}}$$

Nota: La irradiación diaria debe leerse en un mapa solar, tal y como se presenta en anexo 2. Estos mapas son promedios anuales, por lo que debemos estar muy atentos a las estaciones, incluidas las estaciones lluviosas y los monzones. Durante estas estaciones, la radiación solar, en el suelo, puede disminuir en un 50%, en comparación con el valor promedio en el mapa.

EJEMPLO

para producir energía para el sistema previamente calculado, ubicado en el norte de Nigeria y recibiendo 6 kWh/m²/día (ver mapa en anexo 2), con un panel solar fijo (sin sistema de seguimiento) y en el desierto (entorno polvoriento):

$$\text{Potencia máxima de los paneles solares (Wp)} = \frac{9\,536 \text{ Wh /día}}{6 \text{ kWh/m}^2/\text{día} \times 0,6} = 2\,648 \text{ Wp}$$

Para producir energía en este pozo, será necesario instalar 2 648 Wp de panel solar, en soportes fijos. Dependiendo de la potencia de los paneles disponibles en el stock del proveedor, podemos usar:

- 11 paneles de 250 Wp cada uno (11 x 250 Wp = 2 750 Wp)
- 9 paneles de 300 Wp cada uno (9 x 300 Wp = 2 700 Wp)
- 8 paneles de 330 Wp cada uno (8 x 330 Wp = 2 640 Wp)

Esto es sólo un predimensionado. El número total real y la potencia unitaria de los paneles también varían, según el voltaje necesario para el funcionamiento de la bomba, la tecnología del panel, ... **sin embargo, la potencia total suministrada (número de paneles multiplicado por la potencia unitaria de cada panel) no puede ser inferior a la potencia calculada anteriormente.** Si la potencia real instalada es inferior a la potencia calculada, la instalación funcionará, pero no proporcionará la cantidad de agua solicitada. Este tamaño insuficiente se debe detectar al medir el caudal de agua, durante la puesta en marcha (consulte el capítulo dedicado a la puesta en marcha).

PASO 5 CONCLUSIÓN DEL CÁLCULO

EJEMPLO

Para este ejemplo, en la solicitud de presupuesto (RFQ) solo especificaremos el caudal de agua diario (30 m³/día) y la altura total (70m), con la lista de componentes principales + opciones. Los proveedores deben responder con ofertas aproximadamente correspondientes a los siguientes equipos:

- Una bomba sumergible solar, acero inoxidable AISI304, motor sin escobillas, potencia nominal 1 900 W + controlador adaptado
- Un generador de energía de reserva de 6 kVA, si lo hay, o una salida de reserva, con capacidad para conectar un generador de 6 kVA, en caso de necesidad.
- Un generador solar con una potencia total instalada de 2,6 kWp, dispuesto en un soporte fijo, que incluye un conjunto de 8 a 11 paneles, dependiendo de su potencia (8 paneles de 330Wp a 11 paneles de 250Wp).

Se puede ver en las tablas de rendimiento que el coeficiente decreciente puede ser hasta un 30% mayor que este cálculo (si la bomba tiene una eficiencia más baja, por ejemplo), pero bajo ninguna circunstancia puede ser inferior a este cálculo.

Por lo tanto, este método es fiable a efectos de comprobación. En cuanto al diseño detallado, es necesario conocer el tipo de bomba, su rendimiento, sus voltajes máximos y mínimos de funcionamiento ... algo que generalmente no se conoce, en la etapa de la solicitud de cotización. Le dejaremos al proveedor que realice el cálculo, y le haremos cargo de su responsabilidad.

Si se encuentra en un contexto en el que los proveedores no pueden definir el equipo necesario a partir de la cantidad solicitada de agua y la altura total, o si este método de cálculo arroja resultados muy diferentes de las propuestas técnicas de los proveedores:

➤ **Envíe un correo electrónico a:** energyrequest@actioncontrelafaim.org

(Solo para comentarios del personal de ACH)

2. PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

Con demasiada frecuencia, la recepción del bombeo se limita a una verificación visual del suministro de agua en el tanque, y una pequeña formación muestra el botón de ENCENDIDO / APAGADO a las comunidades de usuarios. Estos controles no garantizan el correcto funcionamiento del bombeo, para verificar que la cantidad deseada de agua realmente se entrega.

Además, estas rápidas verificaciones conducen a períodos significativos de falta de disponibilidad de los sitios de bombeo, porque en caso de problemas, las comunidades que no han sido capacitadas no pueden identificar el problema y describirlo, pedir piezas de repuesto para activar la reparación.

A continuación, se detallan las pruebas que se deben realizar, para recibir la instalación correctamente y los puntos esenciales de un entrenamiento sobre bombeo solar.



Prueba de lona para cobertura parcial, para verificar que la bomba adapta su potencia, dependiendo de la energía solar.

Una vez que se completa la instalación, tenemos que evitar otro obstáculo: verificar que los resultados esperados se hayan alcanzado. Para esto, se deben realizar 4 controles:

- 1. Realice una verificación visual, para verificar que todos los equipos solicitados estén realmente instalados** y que funcionan. Comprobaremos visualmente que:
 - La red de puesta a tierra es visible y los cables de alimentación están limpios, sin deterioros ni daños.
 - El cuadro de protección está instalado y, de manera general, los equipos están bien conectados,
 - La inclinación de los paneles es correcta así como la orientación de los paneles solares,
 - No se observan fugas (soldaduras, codos, válvulas, filtros, ...) cerca de elementos eléctricos. Informe sobre las fugas de agua, si las hay.
 - Las tuberías de agua no emiten ruidos de golpes de ariete (como «clac») al arrancar / parar la bomba. Si lo hay, el golpe de ariete dañará con el tiempo las soldaduras, sellos, encolados.

Pruebe el botón de ENCENDIDO / APAGADO, para verificar el buen funcionamiento del bombeo.

- 2. Si la sonda de bajo nivel, en el pozo, está presente (y no está integrada con la bomba),** el sensor de bajo nivel debe desconectarse al nivel del controlador, para detener la bomba. Al desenchufar la sonda, simula la falta de agua en el pozo, el controlador debe interpretar esto como el hecho de que la bomba funciona sin agua y debe detenerla inmediatamente.
- 3. Compruebe que la bomba funciona bien a una velocidad variable.** Para este propósito, se debe traer una manta o una lona, el día de la puesta en marcha del bombeo. Cubra parcialmente algunos paneles solares (alrededor del 20%) y simule una caída en la intensidad de la luz: la velocidad de rotación de la bomba debería disminuir (pero no detenerse por completo). Al retirar la manta de los paneles, la bomba debe volver a su velocidad nominal.

4. **Finalmente, es necesario controlar el caudal de salida de la bomba.** Para esto, se necesita un reloj (reloj o teléfono) y una bobinadora de medidor piezométrico (o «dipmeter»). El objetivo es asegurar que el tiempo necesario para llenar el tanque sea correcto. Esto se puede lograr:
- Al pasar una vez por la mañana y una vez por la noche, para verificar que el tanque se haya llenado durante el día.
 - O si el tiempo disponible es limitado, controlando el nivel del agua, en el tanque, después de cierto tiempo
 - Mida el nivel de agua antes de comenzar la prueba y verifique el tiempo.
 - Arranque la bomba y espere a que el nivel de agua aumente al menos 0,5 m; el valor ideal sería de 1 metro.
 - Pare la bomba, verifique el tiempo y mida la altura del agua en el tanque.
 - Mediante el cálculo (superficie del tanque x altura) obtendrá la cantidad de agua añadida y también el caudal de agua, para garantizar el resultado esperado.

Una vez realizadas estas 4 pruebas, está garantizado que usted obtendrá un bombeo solar funcional durante muchos años. Para asegurarse de completar todas las pruebas, se presenta un formulario de puesta en servicio en el anexo de este documento.

3. FORMACIÓN DEL USUARIO

La capacitación de los usuarios es tan importante como la calidad de las instalaciones. Además del aspecto estricto de «entregar el bombeo a la comunidad», la capacitación permite a los usuarios comprender de forma global cómo funciona el bombeo, detectar fallas y poder hacer el primer diagnóstico en caso de problemas. Los elementos que constituyen la capacitación correcta para los usuarios son:

1. **Para cada bombeo se debe presentar una carpeta al comité de administración.** Esta carpeta debe contener:
 - Una hoja descriptiva del bombeo, que contenga los elementos esenciales: ver anexo 3
 - Manual de usuario del equipo instalado (bomba, controlador ...)
 - Referencias de repuestos (principalmente fusibles, protección contra sobretensiones...) y dónde comprarlos.
 - Listado de operaciones de mantenimiento a realizar (limpieza de paneles solares, apertura y limpieza de inversores, de la cabina en ambiente polvoriento, verificar que los equipos no se calientan, mantenimiento del generador, si lo hay ...)
 - Persona de contacto y compañía que instaló el equipo.
2. **Presentación del equipo y funcionamiento normal,** para que los usuarios puedan distinguir entre una situación normal y una anormal.
3. **Pruebas de bombeo:** la bomba debe arrancarse y detenerse para cada capacitación. Los usuarios deben realizar estas pruebas, no el instructor. Si el tanque dispone de sensor de nivel, explique el funcionamiento del sensor, el nivel mostrado, ...
4. **Si hay arranques automáticos disponibles (arranque de la bomba, arranque del generador, ...) explique qué comienza automáticamente y con qué señal.** Informe a los usuarios que los equipos de arranque automático deben apagarse durante los trabajos de mantenimiento.
5. **Simulación de una falla:** como último elemento de la capacitación, simule fallas en la instalación. Las principales pruebas de falla utilizados en simulacros son:
 - Retire un fusible que evite que el sistema se inicie, o que lo haga funcionar a una potencia muy por debajo de su capacidad real si hay varias ramas del panel.
 - Desenchufe un panel que también impida que el sistema arranque.
 - Desconecte la sonda de «nivel bajo de agua» si es accesible y no está integrada a la bomba. Esto, por lo general, debe evitar que la bomba arranque, para evitar que se eche a andar sin agua.



© Action contre la Faim

*Ejercicio de simulación de fallas:
Para cada simulación, los usuarios deben poder identificar y reparar correctamente la falla creada. El formador se asegura de permanecer en segundo plano durante el ejercicio.*

ANEXOS

ANEXO 01	RECURSOS INFORMATIVOS
ANEXO 02	MAPA DE RADIACIÓN SOLAR (RADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL)
ANEXO 03	HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE BOMBEO
ANEXO 04	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA PUESTA EN MARCHA

ANEXO 01

RECURSOS INFORMATIVOS

Puede encontrar los documentos enumerados a continuación en intranet de NHF, con la ruta:

Sede francesa > Departamento de logística de IS > Prioridades temáticas > Energía

- Presente el documento en formato PDF, para imprimir, copiar y distribuirlo a su equipo.
- El formulario de solicitud de presupuesto, en formato XLS
- El formulario de puesta en marcha (lista de verificación), en formato DOC
- [Pautas de seguridad eléctrica](#) para la instalación de CA en un edificio, en caso de ser necesario.

Para profundizar su conocimiento sobre el bombeo solar, hay varios recursos a su disposición, que incluyen:

- El sitio web de internet wikiwater.fr and Global Wash Cluster (<https://washcluster.net/gwc-resources>) que tienen una excelente documentación en inglés y francés.
- El sitio web de internet energypedia.info que tienen un recurso documental importante relacionado con varios usos, incluyendo el bombeo solar, pero también cocina solar, secado, iluminación, riego, ...
- [La caja de herramientas sobre sistemas de riego con energía solar \(SPIS\)](#), desarrollada principalmente por GIZ, con el apoyo de varios donantes. Esta caja de herramientas es muy completa e incluye toda la metodología para proyectos de riego, herramientas de cálculo, guías prácticas, libros de mantenimiento, ...

Las estimaciones de irradiación solar están disponibles en:

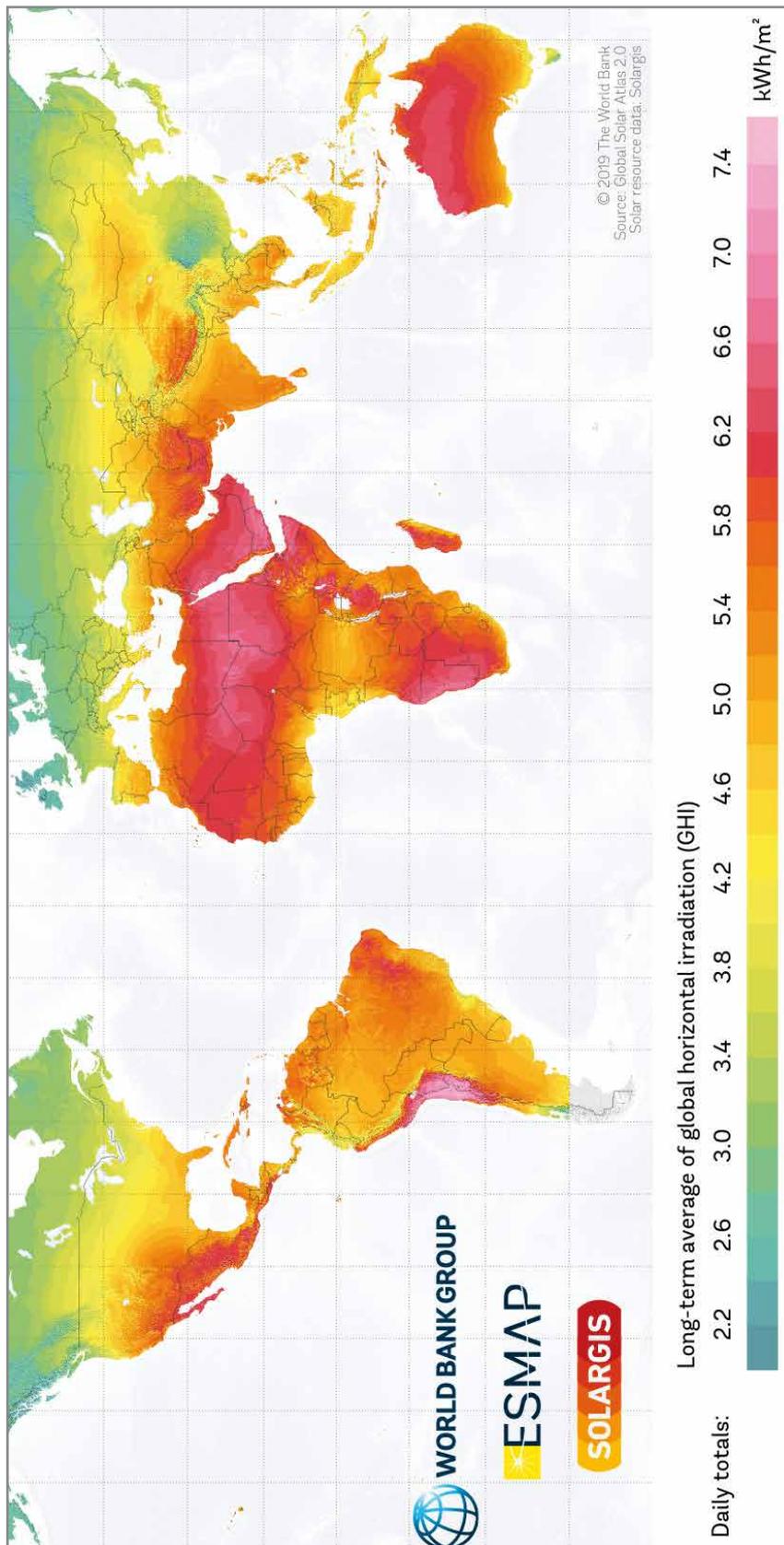
- La base de datos internacional de SolarGis, ofrece muchos mapas gratuitos, todos descargables en esta dirección: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/overview>.

Por favor, seleccione los mapas de GHI (radiación horizontal global).

- La base de datos internacional de radiación solar de la Comisión Europea, está disponible en esta dirección: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html. Tenga cuidado, esta base de datos es muy completa, a veces es más fiable hacer un cálculo simple con datos y coeficientes verificados, que hacer un cálculo complejo con datos de los que no está seguro.

ANEXO 02

MAPA DE RADIACIÓN SOLAR (RADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL)



ANEXO 03

HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE BOMBEO

Para descargar desde intranet de NHF:

<https://actionconrelafaim.sharepoint.com/:f:/r/csw/Isi/Thematic%20Priorities/Energy/SP%20-%20A4%20-%20Bombeo%20Solar?csf=1&web=1&e=J0Z7bG>

O solicite por correo electrónico a energyrequest@actionconrelafaim.org



HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE BOMBEO SOLAR

Acción Contra el Hambre

energyrequest@actionconrelafaim.org

1 - Información general

Ubicación de la instalación	
Fecha de instalación	

Nombre del instalador	
Persona de contacto y teléfono	

2 - Especificaciones de perforación

Diámetro	pulgadas
Profundidad total	metros
Longitud del tubo	metros
Diámetro del filtro	pulgadas

Nivel estático	metros
Nivel dinámico	metros
Desagüe	metros

3 - Especificaciones de la bomba

Marca de la bomba	
Modelo de la bomba	
Número de serie	
Caudal medido durante la puesta en marcha	m3/h

Potencia del motor	HP / CV
Diámetro de descarga	pulgadas
Caudal máximo	m3/h
Cabeza total máxima (HTM)	metros

4 - Controlador o inversor de la bomba

Marca	
Modelo	
Número de serie	

Potencia máxima	Vatios
Voltaje máximo permitido (VP)	voltios
Voltaje máximo de salida a la bomba	voltios

5 - Placas solares

Marca	
Modelo	
Numero de paneles solares	
Unidad de potencia de cada panel solar	Potencia pico (Wp)

Potencia total instalada	Potencia (Wp)
Tensión mínima para arranque de la bomba	voltios
Tensión máxima para montaje del sistema	voltios

6 - Depósito

Material	
Capacidad	m3
Tiempo de llenado del depósito	

7 - Observaciones y comentarios

ANEXO 04

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA PUESTA EN MARCHA

Para descargar desde intranet de NHF:

<https://actioncontrelafaim.sharepoint.com/:f:/r/csw/lsi/Thematics%20Priorities/Energy/SP%20-%20A4%20-%20Bombeo%20Solar?csf=1&web=1&e=J0Z7bG>

O solicite por correo electrónico a energyrequest@actioncontrelafaim.org



LISTA DE COMPROBACIÓN

Acción Contra el Hambre

energyrequest@actioncontrelafaim.org

Marque la casilla después de realizar el control. Por favor anote sus comentarios en la hoja de puesta en marcha.

1 - Placas solares

- Anote la marca y las referencias de los paneles solares en la hoja de identificación
- Cuente número de paneles solares
- Controle la orientación (sur o norte según ubicación de la instalación)
- Mida la inclinación de los paneles solares
- Mida la altura desde el suelo (mínimo 1 m)
- Verifique el estado de las placas solares, anote el número de paneles dañados, si procede
- Cubrir un panel solar con una manta o una lona varía la velocidad de rotación de la bomba

3 - Soporte de placa solar

- El soporte está hecho de un material no corrosible (aluminio, acero galvanizado o acero con doble capa de pintura, incluida una capa antioxidante)
- Verificar alineación de soporte
- Verificar la verticalidad de los postes
- Verificar el tamaño correcto y la solidez de los cimientos.

5 - Valla

- Altura de los postes: 2 m.
- Intervalo entre postes: 2 m
- La puerta se cierra correctamente
- Los postes están bien fijos

7 - Bomba

- Anote la marca y el modelo en la hoja de identificación
- Verificar la profundidad de inmersión
- El cable no está tenso (reserva para el alargamiento de la tubería)
- Anote la longitud del tubo de perforación
- Anotar longitud de cable

9 - Anote aquí cualquier control adicional si lo hubiera (prueba del sensor de nivel bajo de agua, sensor de nivel en el depósito principal ...)

2 - Instalación eléctrica

- Verifique el tipo y la sección del cable
- Verifique el ajuste del cable en el cuadro y en las conexiones de la terminal
- Presencia de pasamuros en la entrada de el cuadro
- Altura mínima desde el suelo de 0,5 m para cualquier cuadro
- Cable correctamente fijado y conectado
- Los cables subterráneos se instalan dentro de los ductos
- Los cables entre estructuras (grupos de placas) discurrirán bajo tierra, si los hay
- El soporte del panel solar está conectado a tierra con un cable de al menos 16 mm²
- Las placas solares están conectadas a su soporte con cables cables de 2,5 mm² como mínimo
- La bomba y su controlador están conectados a tierra mediante un cable del mismo diámetro que los cables de alimentación

4 - Cuadro de protección

- El cuadro de protección está instalada correctamente. (a la sombra, a más de 50 cm del suelo y fijada correctamente)
- El cuadro tiene fusibles (al menos un fusible por cada string)
- El cuadro está equipada con un protector contra sobretensiones conectado a tierra por un cable de al menos 16 mm²

6 - Controlador o inversor de la bomba

- Anote la marca y el modelo en la hoja de identificación
- Verificar conexión
- Verificar altura desde el suelo (mini 50 cm)
- Dispuesto a la sombra

8 - Cabeza de pozo

- Verificar instalación global
- Compruebe que la válvula se encuentre abierta
- Coloque la válvula en posición abierta
- Verificar contador de agua

Nombre del inspector:

Fecha:

Firma:

**POR EL ALIMENTO.
POR EL AGUA.
POR LA SALUD.
POR LA NUTRICIÓN.
POR EL CONOCIMIENTO.
POR LOS NIÑOS.
POR LAS COMUNIDADES.
POR TODO EL MUNDO.
POR SIEMPRE,
POR LA ACCIÓN.
CONTRA EL HAMBRE.**



CANADÁ

Acción Contra el Hambre
(Action contre la Faim)
720 Bathurst St. - Suite 500
Toronto, ON - M5S 2R4
www.actioncontrelafaim.ca

FRANCE

Acción Contra el Hambre
(Action contre la Faim)
14-16 boulevard de Douaumont
75017 Paris
www.actioncontrelafaim.org

ESPAÑA

Acción Contra el Hambre
C/ Duque de Sevilla, 3
28002 Madrid
www.accioncontraelhambre.org

REINO UNIDO

Action Against Hunger
First Floor,
Rear Premises, 161-163
Greenwich High Road,
London, SE10 8JA
www.actionagainsthunger.org.uk

ESTADOS UNIDOS

Action Against Hunger
One Whitehall Street 2F
New York,
NY 10004
www.actionagainsthunger.org