

# Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos de Bombeo

Charla Técnica - Powertek + Exposolar

**Gustavo Lenis**

[glenis@powertek.com.co](mailto:glenis@powertek.com.co)

Powertek S.A.S.



# Hoja de Vida

## Gustavo Lenis (Hijo)



- Nacido en Cali en 1986, alemán de pasaporte y graduado del Colegio Alemán en 2004.
- Graduado también del colegio en Alemania como bachiller Alemán en 2005.
- Estudios de ingeniería electrónica hasta el nivel de maestría en el Karlsruhe Institute of Technology (KIT) en Alemania. Grado de la maestría en 2012.
- Investigador y docente del KIT por 5 años. Grado doctorado (PhD) en 2017.
- Master of Business Administration en el Trinity College en Dublin. Grado en 2018.
- Desde 2018, director ejecutivo de Powertek Solar (unidad de negocio de energías renovables).
- Desde 2022 miembro de Acosol y subdirector del consejo técnico de esta organización.
- Miembro de la ajunta directiva del Colegio Alemán de Cali.





# PARA BOMBEO



Variadores Solares

Desde 1HP  
Hasta 400HP

Para electrobomba  
Monofásica 110V  
Bifásica 220V  
Trifásica 220V – 440V



Panel solar de:

665Wp  
670Wp



CanadianSolar

# Contenido:

## Sistema Fotovoltaico

-  Introducción y Casos de Éxito
-  Componentes Fundamentales del Sistema
-  Requerimiento Hidráulico
-  Selección de la Bomba
-  Selección del Variador
-  Dimensionamiento del Campo Fotovoltaico





# Introducción



# Sistema de Bombeo Directo

## Sistemas de más de 1Hp con Bomba Trifásica Convencional



### Descarga de Agua



Cultivo



Ganado

### Fuente de Agua



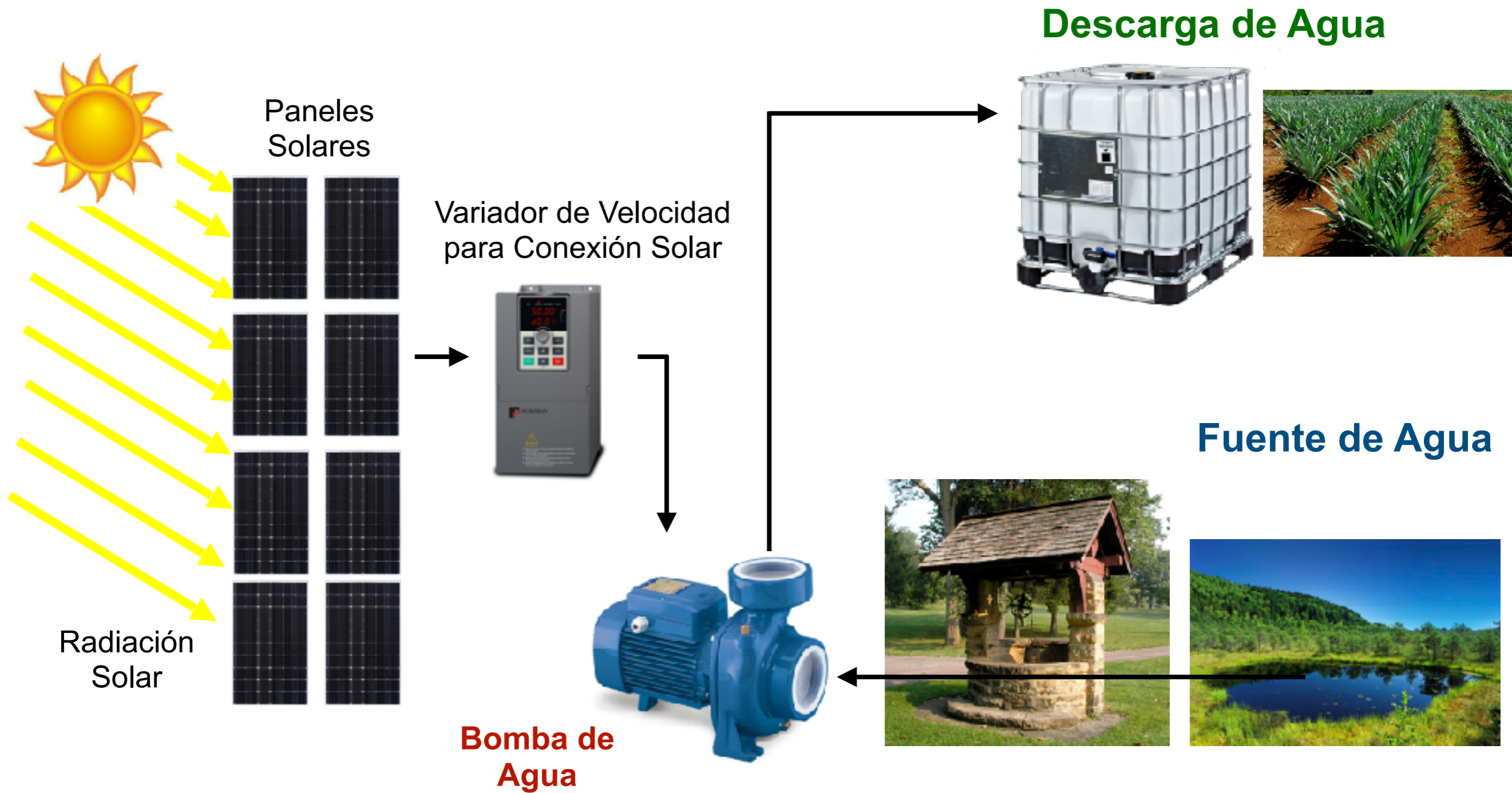
Pozo Profundo



Lago

# Componentes del Sistema de Bombeo Directo

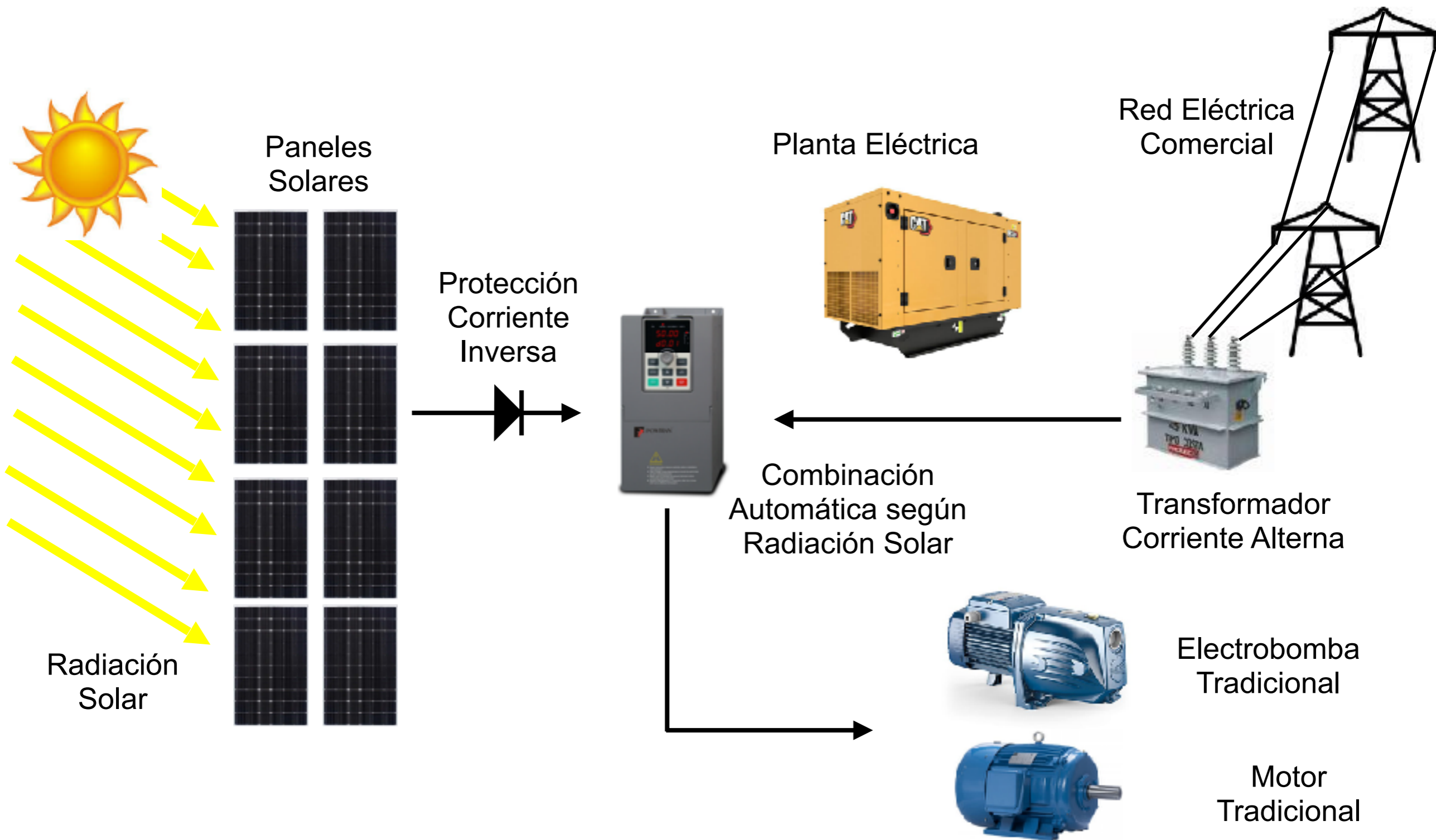
## Sistemas de más de 1Hp con Bomba Trifásica Convencional





# Componentes del Sistema de Bombeo Híbrido

## Sistemas de más de 1Hp con Bomba Trifásica Convencional

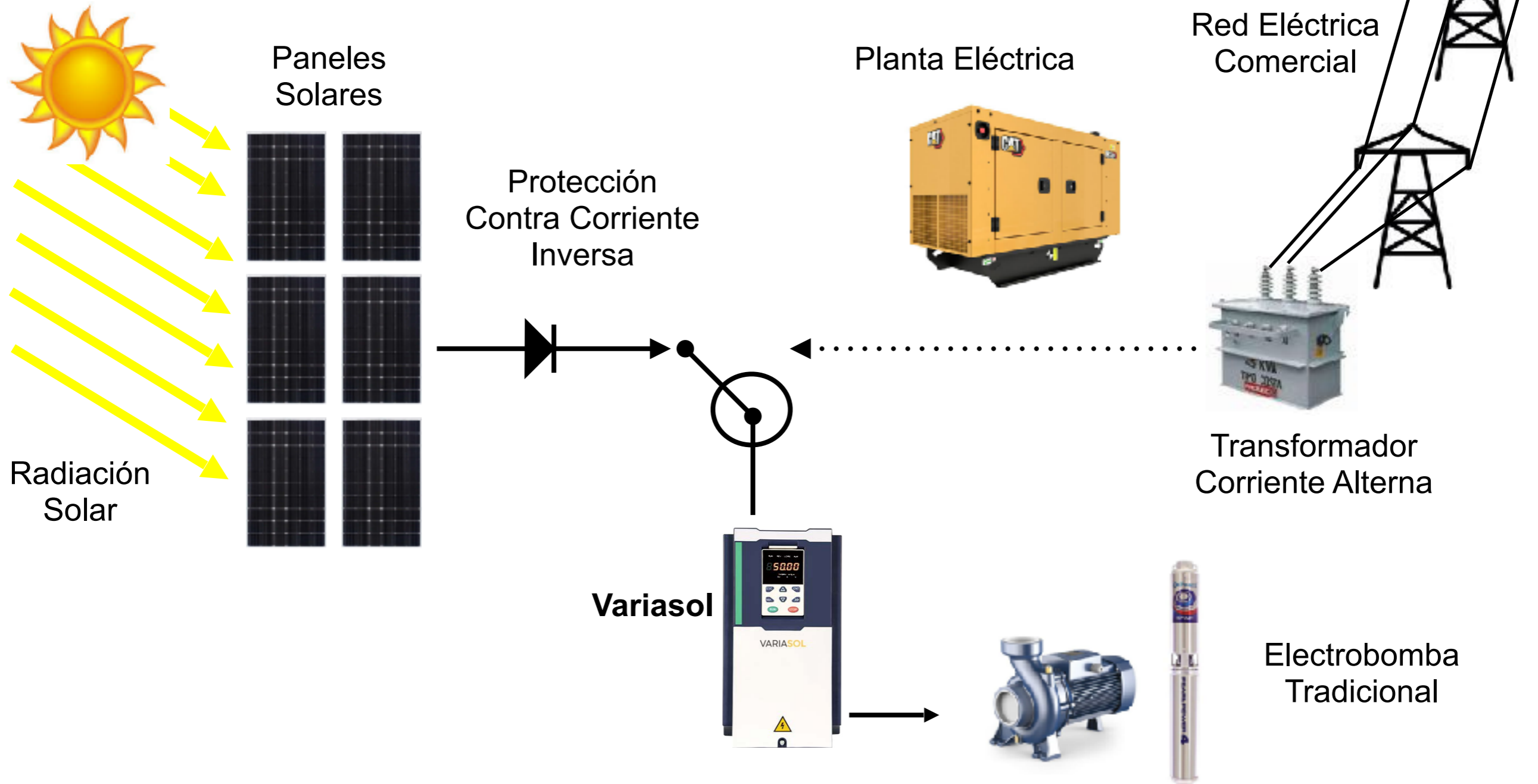


# Componentes del Sistema

## Sistemas de Bombeo Monofásicos con / sin Conexión a Red



- Forma de agregar una bomba tradicional a un sistema



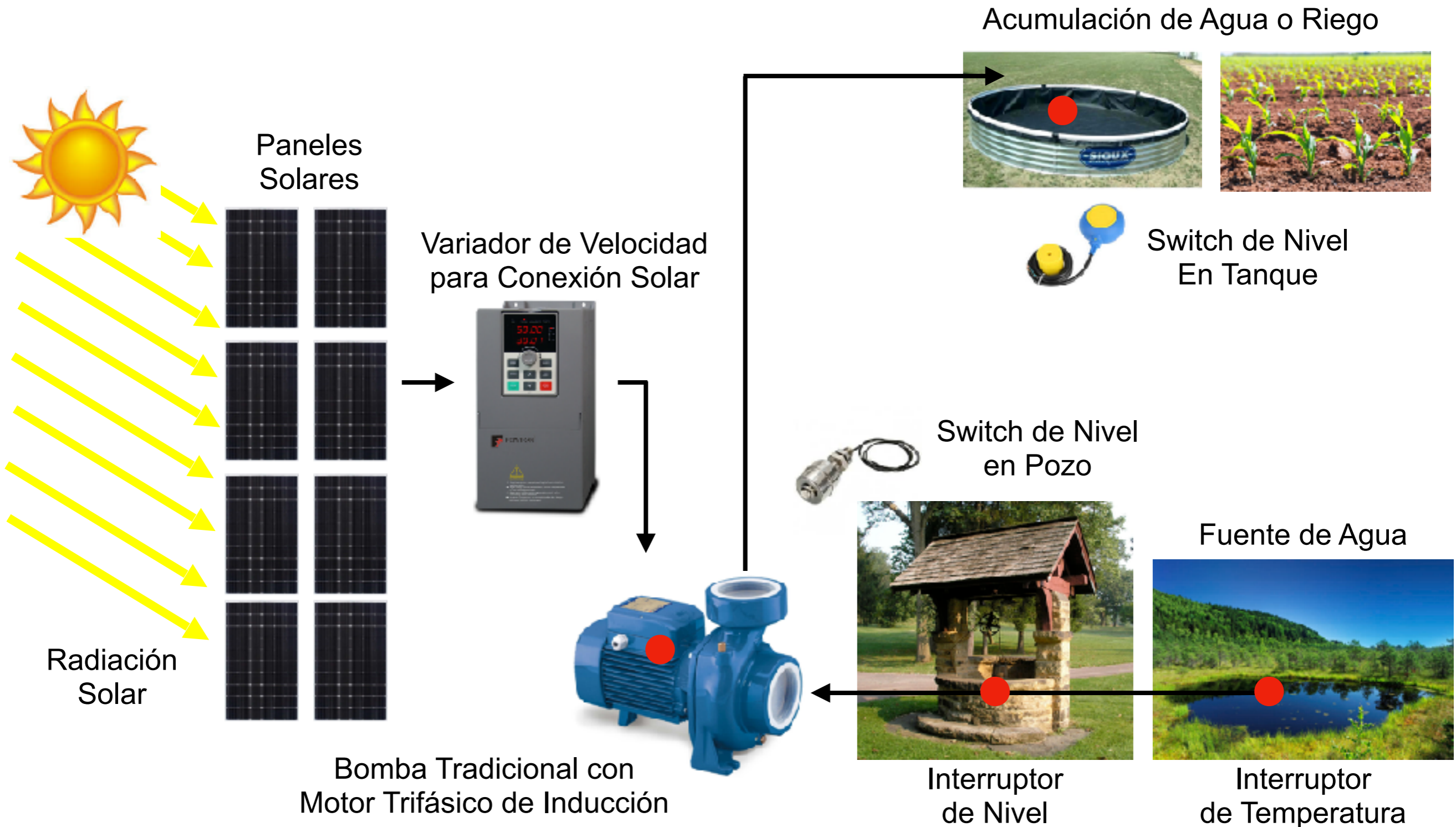


# Diseño del Sistema Fotovoltaico



# Componentes del Sistema de Bombeo Directo

## Sistemas de más de 1Hp con Bomba Trifásica Convencional



# Diseño del Sistema de Bombeo

## Conservación de Energía y Potencia

- Método para calcular el sistema fotovoltaico de bombeo
  1. Requerimiento hidráulico y condiciones del sistema
  2. Selección de la bomba
  3. Selección del Variador
  4. Dimensionamiento del Campo Fotovoltaico

**Requerimiento Hidráulico**



**Condiciones del Sistema**

**Electrobomba**

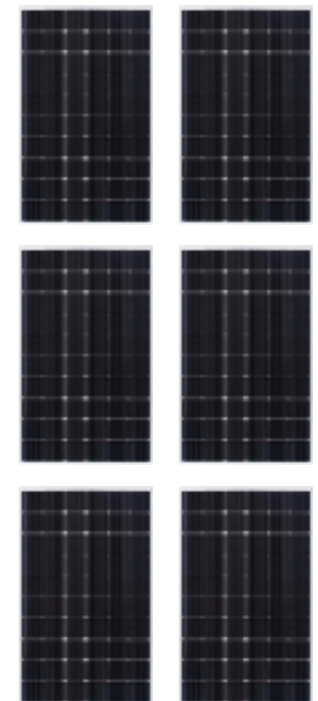


**Variador Solar**



**Variación de Velocidad**

**Campo Fotovoltaico**





# Requerimiento Hidráulico

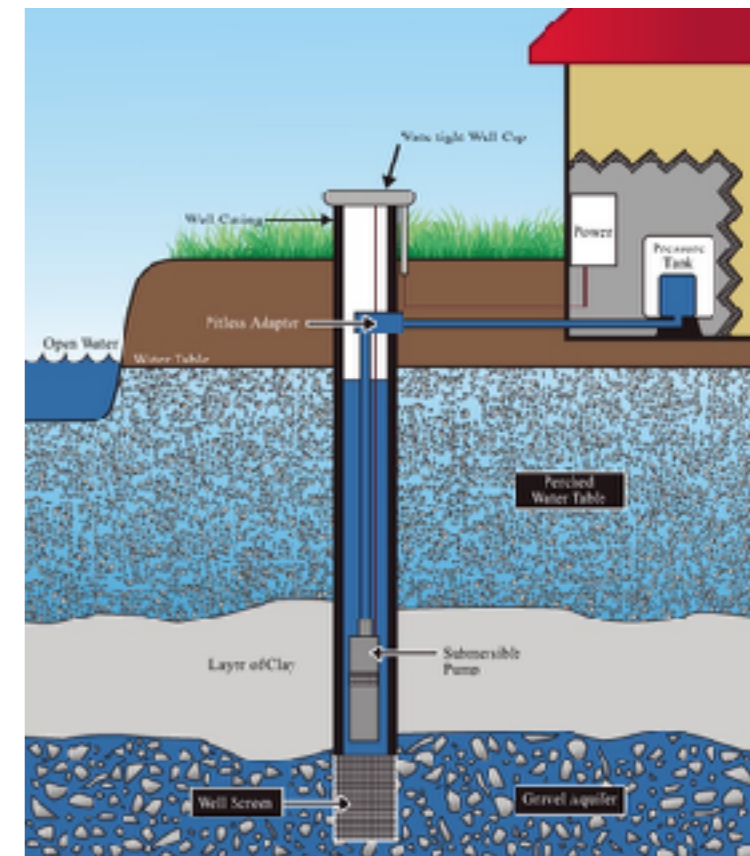


# Datos Generales del Proyecto

## Información Entregada por el Cliente

### ■ Requerimiento Técnico del Sistema:

- La altura (cabeza) a la que el agua debe entregarse
  - Nivel freático del agua y altura hasta tanque
  - El pozo tiene 7 metros de nivel freático y el tanque está 3 metros por encima del suelo
- Caudal (flujo) de la bomba o volumen entregado al día.
  - La bomba debe entregar 20 litros de agua por minuto trabajando full potencia
  - La bomba debe entregar 10 metros cúbicos de agua al día
  - La bomba debe entregar suficiente agua para alimentar 80 vacas
  - La bomba debe entregar suficiente agua para abastecer 3 familia
- Diámetro de la tubería
  - Se utilizará una tubería de 3 pulgadas
  - La bomba descarga a pulgada y media
- Distancia horizontal usada en tubería
  - Del pozo al tanque hay 80 metros lineales
  - Del tanque al cultivo hay 200 metros lineales
  - Del rio al cultivo hay 500m lineales



# Datos Generales del Proyecto

## Información Entregada por el Cliente




### Recopilación de datos


#### Ubicación del sistema fotovoltaico:

 Vereda, municipio, y departamento, o coordenadas de GPS: \_\_\_\_\_

#### Características eléctricas:

 Longitud del cableado en metros entre el variador y la electrobomba: \_\_\_\_\_

#### Características del pozo y punto de descarga:

 Nivel freático (distancia vertical en metros entre la superficie del pozo y el nivel del espejo de agua dentro del pozo): \_\_\_\_\_

 Altura de descarga (distancia vertical en metros entre la superficie del pozo y el punto de descarga): \_\_\_\_\_


 Diámetro del pozo medido en pulgadas: \_\_\_\_\_

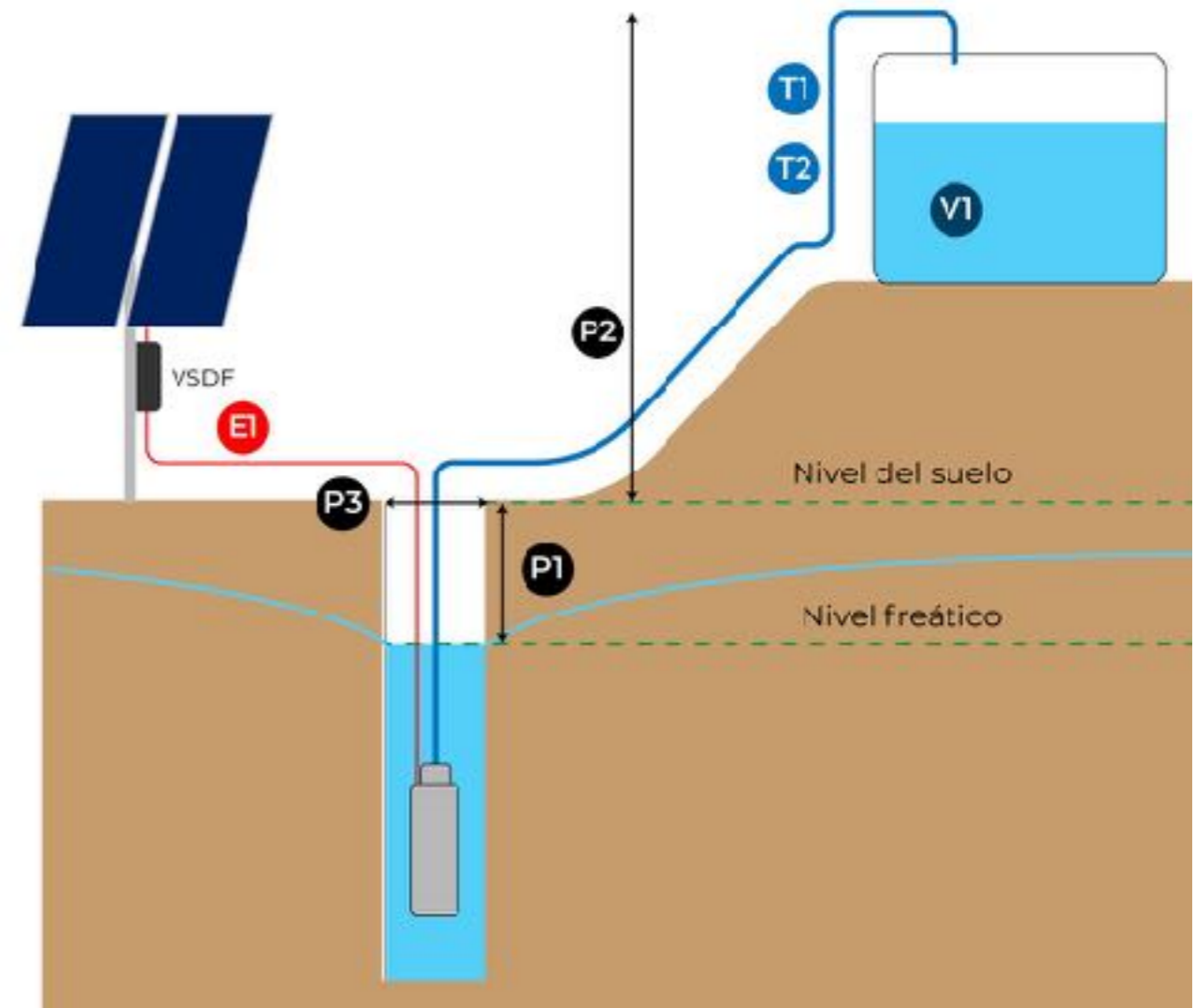
#### Características de la tubería:

 Longitud de la tubería medida en metros: \_\_\_\_\_

 Diámetro de la tubería medida en pulgadas: \_\_\_\_\_

#### Características del volumen de agua:

 Volumen total de agua por día medida en metros cúbicos o litros: \_\_\_\_\_





# Selección de la Bomba

# Regla de oro - Diseño del Sistema de Bombeo

## Selección de la Bomba

- Seleccionamos la bomba que cumpla con la siguiente propiedad:
  - La cabeza máxima de la bomba debe ser el doble de la cabeza requerida

$$H_{max} \geq 2 \cdot H_{req}$$

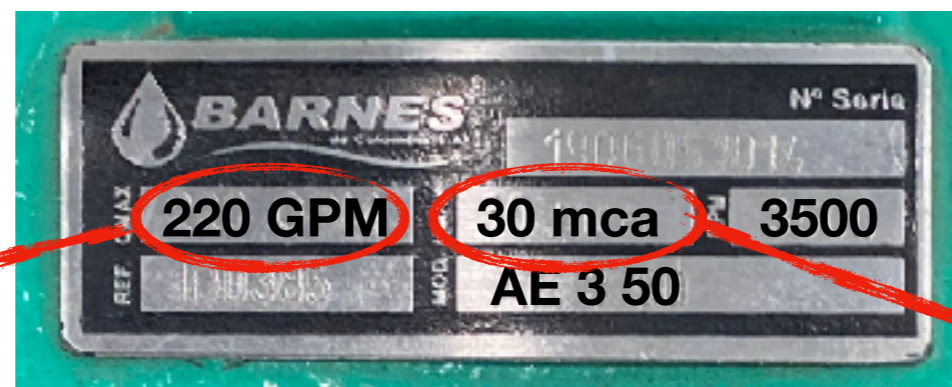
- El caudal máximo de la bomba debe ser mayor al caudal requerido

$$Q_{max} \geq 2 \cdot Q_{req}$$

- Ejemplo:

- La siguiente bomba tiene una cabeza máxima de 30m. Por tanto debe usarse en sistemas de bombeo que requieran menos de 15m de cabeza.
- La siguiente bomba tiene un caudal máximo de 220GPM. Por tanto debe usarse en sistemas de bombeo que requieran menos de 110GPM.

**Qmax**



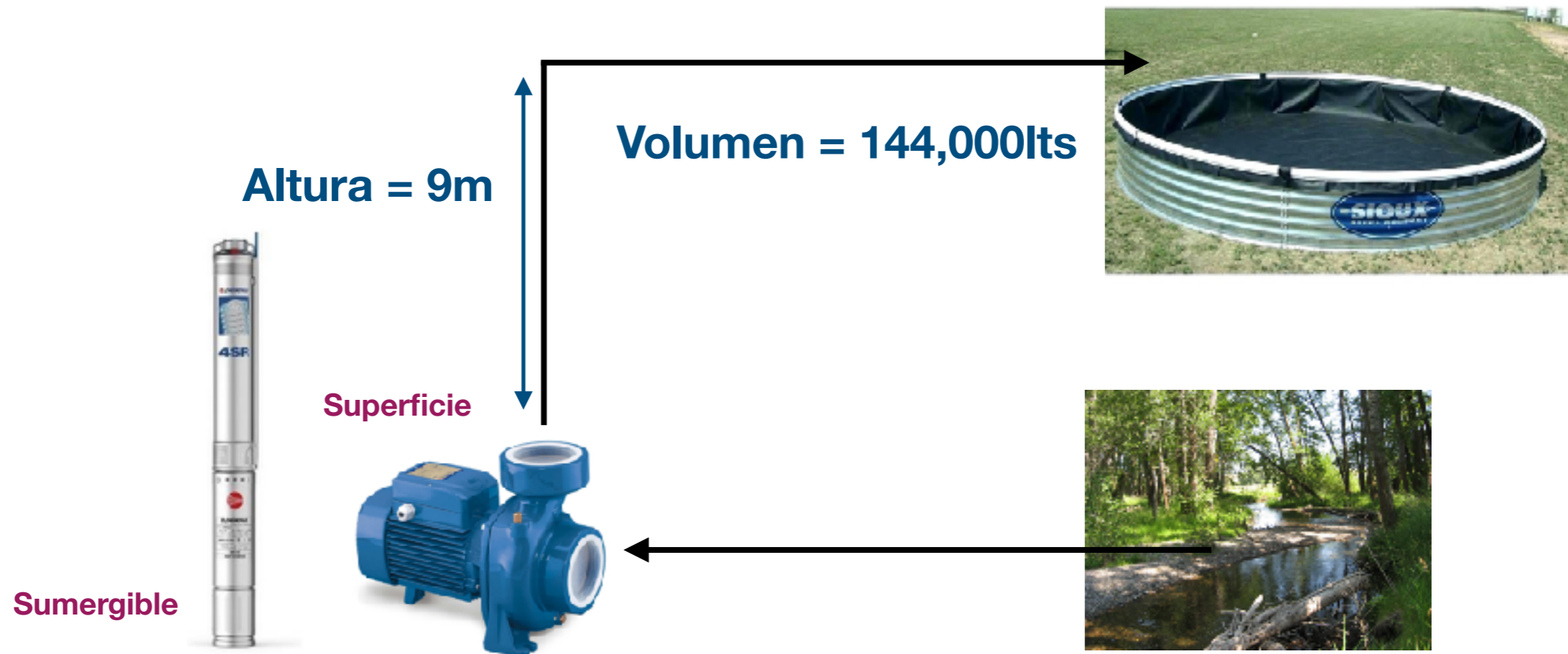
**Hmax**



# Diseño del Sistema de Bombeo

## Selección de la Bomba

- Se desea escoger una bomba para la siguiente tarea:
  - Alimentación de 1200 cabezas de ganado, a razón de 120l por día por cabeza
  - Se va a llenar un tanque de agua a 9m de cabeza desde un riachuelo cercano
  - El tanque tiene un volumen de 144,000 litros
  - El tanque debe llenarse en unas 4 horas ó 240 minutos
  - El tanque y la bomba están cerca, así que No se consideran pérdidas en la tubería



# Diseño del Sistema de Bombeo

## Selección de la Bomba

- Los requerimientos hidráulicos de la electrobomba son
  - Motor trifásico hecho para variador de velocidad
  - Cabeza de  $H_{req} = 9m$
  - Caudal de  $Q_{req} = 144,000l/240min = 600l/min$

### Modelos

↓ Descarga la hoja técnica 60 Hz

MODELOS	FASE	POTENCIA		PRESTACIONES		BOCAS		DISPONIBILIDAD
		kW	HP	Q l/min	H m	asp.	mand.	
HFm 6B	Monofásica	1.5	2	200 + 1100	14.5 + 5	3"	3'	Disponible
HF 6B	Trifásica	1.5	2	200 + 1100	14.5 + 5	3"	3'	Bajo pedido
HF 6A	Trifásica	2.2	3	200 + 1200	10.1 + 6	3"	3'	Disponible
HFm 8C	Monofásica	2.2	3	200 + 1200	17 + 6	4"	4'	Bajo pedido
HFm 8B	Monofásica	3	4	200 + 1200	21 + 9	4"	4'	Bajo pedido
HF 8B	Trifásica	3	4	200 + 1200	21 + 9	4"	4'	Bajo pedido
HF 8A	Trifásica	4	5.5	200 + 1200	24 + 13	4"	4'	Bajo pedido
HFm 20C	Monofásica	2.2	3	400 + 1600	12.5 + 2	4"	4'	Bajo pedido
HFm 20B	Monofásica	3	4	400 + 1700	15.5 + 2	4"	4'	Bajo pedido
HF 20B	Trifásica	3	4	400 + 1700	15.5 + 2	4"	4'	Bajo pedido
HF 20A	Trifásica	4	5.5	400 + 1800	18.5 + 2	4"	4'	Disponible
HF 30B	Trifásica	5.5	7.5	600 + 2000	18 + 13	4"	4'	Bajo pedido
HF 30A	Trifásica	7.5	10	600 + 2200	23 + 18	4"	4'	Disponible



# Selección del Variador

# Diseño del Sistema de Bombeo

## Selección del Variador de Velocidad

- La función del variador de velocidad solar:
  - Regula el voltaje y la frecuencia suministrada a la bomba según la radiación solar
  - Arranque suave de la bomba y control de corriente a su valor nominal
  - Variador debe suministrar Voltaje, Corriente y Potencia que requiere la bomba
  - Alimentación híbrida: reducción de consumo de energía reactiva ( $PF \approx 0.95$ )
  - Disminuye las pérdidas en cableado y protecciones







# Regla de oro - Diseño del Sistema de Bombeo

## Selección de la Bomba

- Seleccionamos la bomba que cumpla con la siguiente propiedad:

- La corriente de placa del variador debe ser superior a la corriente de placa del motor incluyendo el factor de servicio (SF)

$$I_{VFD} \geq SF \cdot I_{Motor}$$

Típicamente se cumple:  $I_{VFD} \geq 1.15 \cdot I_{Motor}$

- El voltaje de salida del variador debe ser superior al voltaje de placa del motor

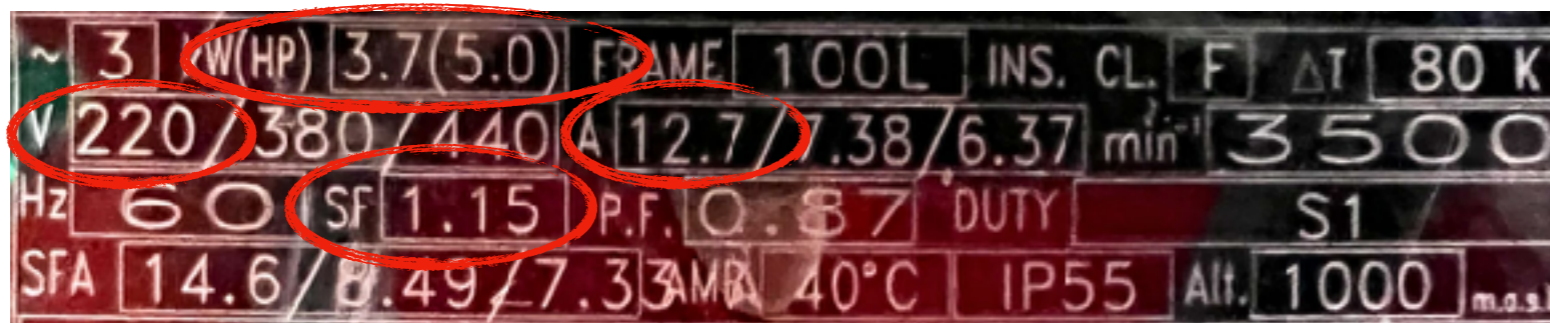
$$V_{VFD} \geq V_{motor}$$

- La potencia de placa del variador debe ser superior a la potencia de placa del motor

$$P_{VFD} \geq P_{motor}$$

- Ejercicio:

- Con qué debe cumplir el variador para trabajar correctamente con el motor presentado a continuación?





# Regla de oro - Diseño del Sistema de Bombeo

## Selección de la Bomba

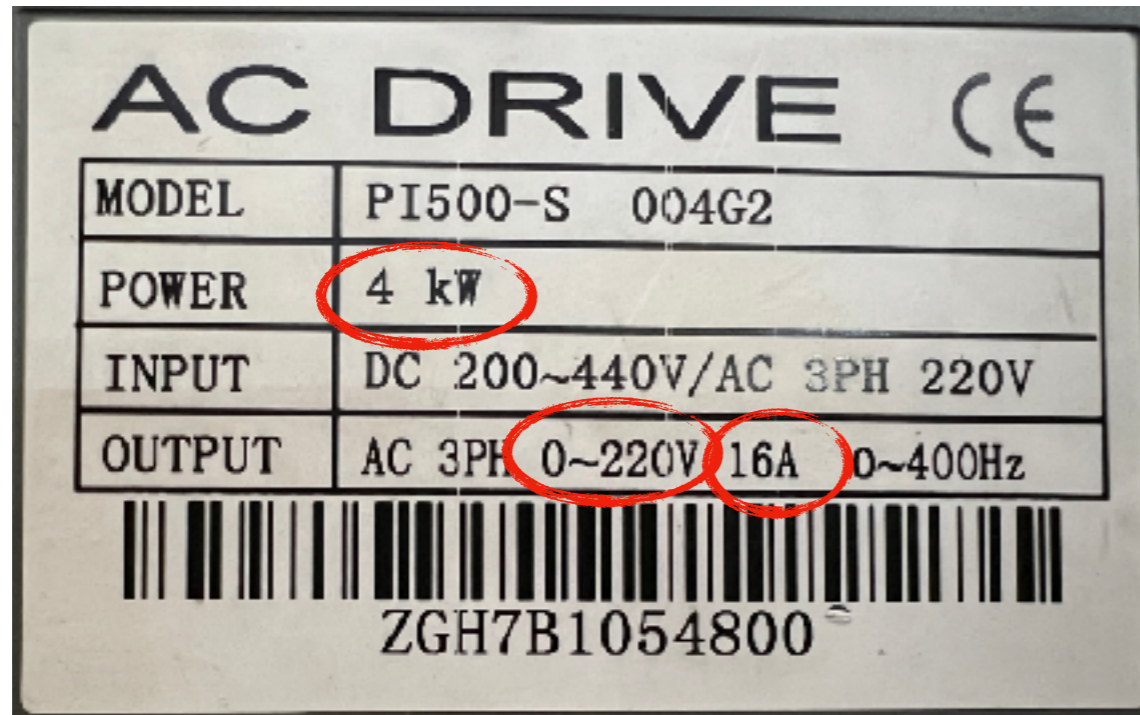
### ■ Ejemplo:

- La siguiente variador funciona muy bien con el motor presentado a continuación

### Placa del Motor:



### Placa del Variador:





# Dimensionamiento del Campo Fotovoltaico

# Diseño del Sistema de Bombeo

## Selección del Sistema Fotovoltaico

- La potencia pico de los paneles solares:
  - Se requiere como mínimo que sea el doble de la potencia de la bomba

$$P_{FV} \geq 2 \cdot P_{Bomba}$$

- El voltaje en DC de entrada del variador (voltaje de la serie de paneles):
  - Debe ser como mínimo 1.4 veces el voltaje en AC de la bomba

$$V_{FV} \geq 1.4 \cdot V_{Bomba}$$

- Para bombas trifásicas en a 220Vac debe ser 310Vdc o más (respetando el rango del variador  $V_{dc} = 200V_{dc} \dots 440V_{dc}$ )
- Para bombas trifásicas en a 440Vac debe ser  $V_{dc} = 620V_{dc}$  (respetando el rango del variador  $V_{dc} = 450V_{dc} \dots 890V_{dc}$ )
- El **voltaje de circuito abierto** a la entrada del variador (voltaje de la serie de paneles):
  - Debe ser inferior al voltaje máximo permitido por el variador





# Características Técnicas de un Panel Solar

## Selección del Sistema Fotovoltaico

- Ficha técnica panel solar 670Wp Monoperc Media Celda:



### ELECTRICAL DATA | STC\*

CS7N	645MS	650MS	655MS	660MS	665MS	670MS	675MS
Nominal Max. Power (Pmax)	645 W	650 W	655 W	660 W	665 W	670 W	675 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.7 V	37.9 V	38.1 V	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	17.11 A	17.16 A	17.20 A	17.24 A	17.28 A	17.32 A	17.36 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.8 V	45.0 V	45.2 V	45.4 V	45.6 V	45.8 V	46.0 V
Short Circuit Current (Isc)	18.35 A	18.39 A	18.43 A	18.47 A	18.51 A	18.55 A	18.59 A
Module Efficiency	20.8%	20.9%	21.1%	21.2%	21.4%	21.6%	21.7%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C						
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL)) or 1000V (IEC/UL))						
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)						
Max. Series Fuse Rating	30 A						
Application Classification	Class A						
Power Tolerance	0 ~ + 10 W						

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

# Características de Radiación en Colombia

## Selección del Sistema Fotovoltaico

### Radiación Solar en Colombia:



Jan	
0 - 1	
1 - 2	
2 - 3	
3 - 4	
4 - 5	
5 - 6	
6 - 7	30
7 - 8	218
8 - 9	403
9 - 10	518
10 - 11	581
11 - 12	600
12 - 13	556
13 - 14	477
14 - 15	385
15 - 16	303
16 - 17	184
17 - 18	49
18 - 19	
19 - 20	
20 - 21	
21 - 22	
22 - 23	
23 - 24	
Sum	4303

**Radiación = 600W/m<sup>2</sup>**



# Diseño del Sistema de Bombeo

## Potencia Pico del Sistema Fotovoltaico - Condiciones Ideales



- Ejemplo: Se desea alimentar una bomba trifásica de 2Hp (1.5kW) con un sistema fotovoltaico y un variador de velocidad en la ciudad de Bogotá.

**El cliente propone usar 5 paneles de 300W.**

**Factor de Potencia:**  $P_{FV} = 1 \cdot P_{Bomba}$



### ELECTRICAL DATA | STC\*

CS3K	295P	300P	305P	310P
Nominal Max. Power (Pmax)	295 W	300 W	305 W	310 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.5 V	32.7 V	32.9 V	33.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	9.08 A	9.18 A	9.28 A	9.37 A
Open Circuit Voltage (Voc)	39.1 V	39.3 V	39.5 V	39.7 V
Short Circuit Current (Isc)	9.57 A	9.65 A	9.73 A	9.81 A
Module Efficiency	17.75%	18.05%	18.36%	18.66%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or Class C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	30 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

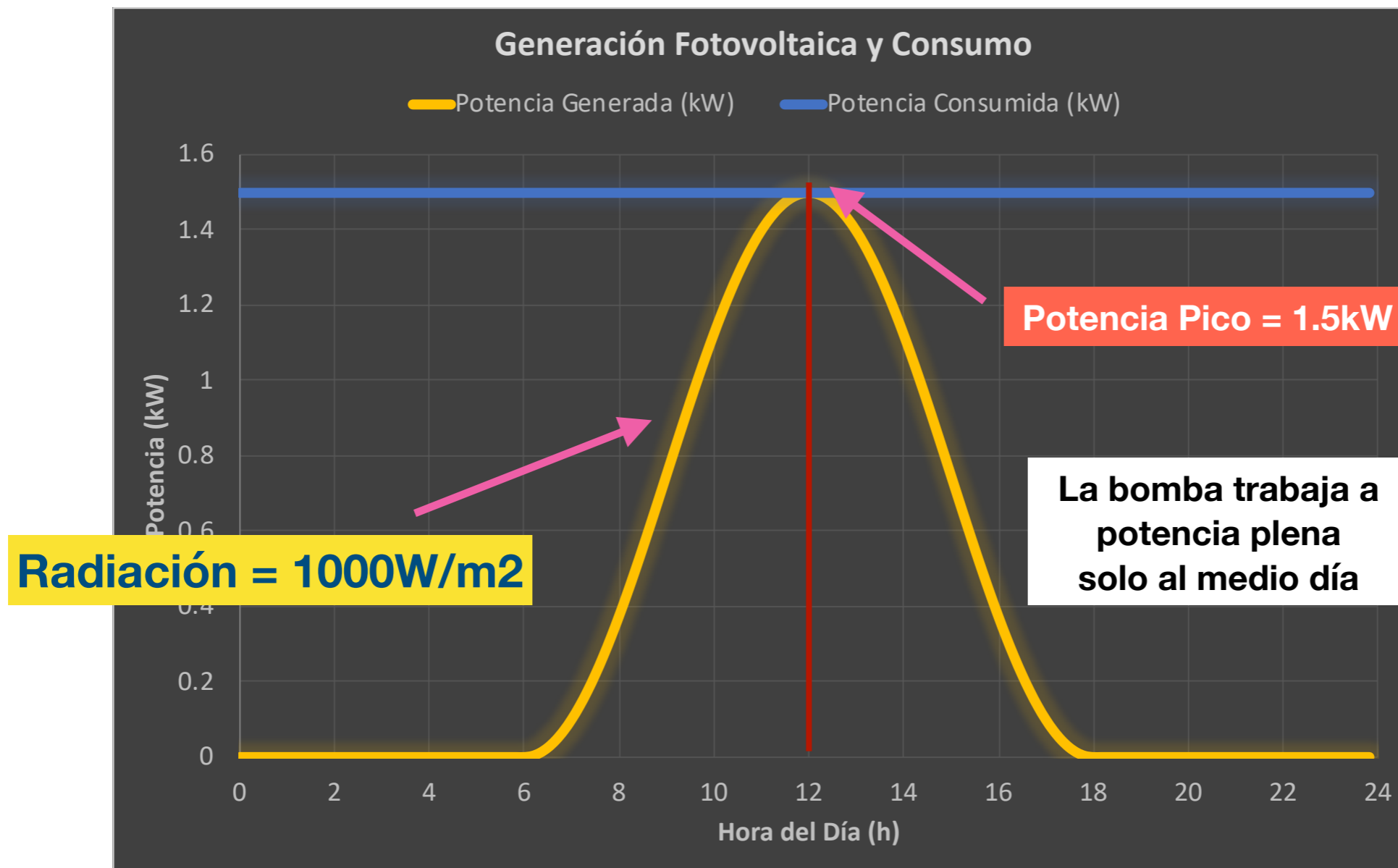
# Diseño del Sistema de Bombeo

## Potencia Pico del Sistema Fotovoltaico - Condiciones Ideales



- Ejemplo: Se desea alimentar una bomba trifásica de 2Hp (1.5kW) con un sistema fotovoltaico y un variador de velocidad en la ciudad de Bogotá.  
**El cliente propone usar 5 paneles de 300W.**

**Factor de Potencia:**  $P_{FV} = 1 \cdot P_{Bomba}$





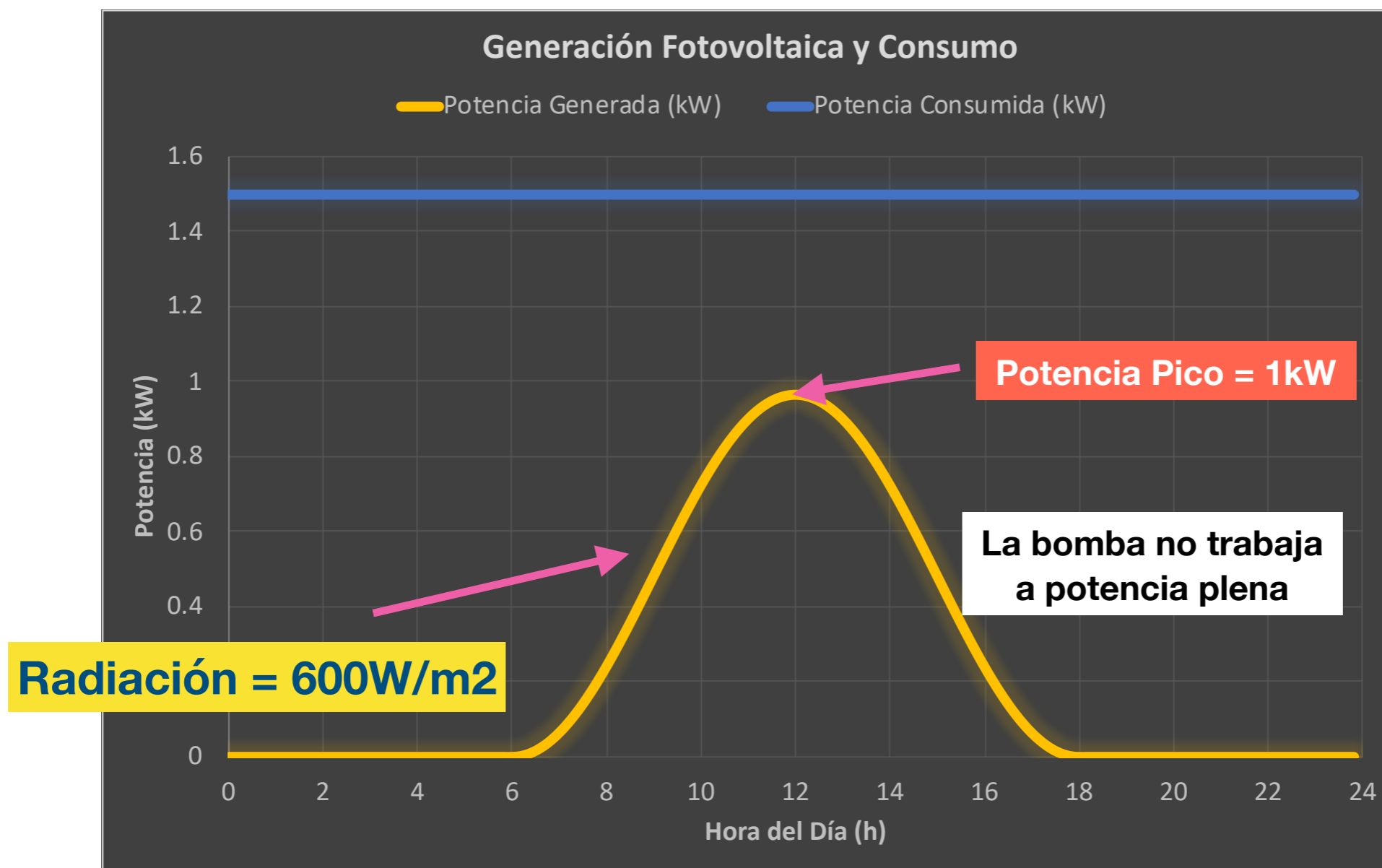
# Diseño del Sistema de Bombeo

## Potencia Pico del Sistema Fotovoltaico - Condiciones Ideales



- Ejemplo: Se desea alimentar una bomba trifásica de 2Hp (1.5kW) con un sistema fotovoltaico y un variador de velocidad en la ciudad de Bogotá.  
**El cliente propone usar 5 paneles de 300W.**

**Factor de Potencia:**  $P_{FV} = 1 \cdot P_{Bomba}$





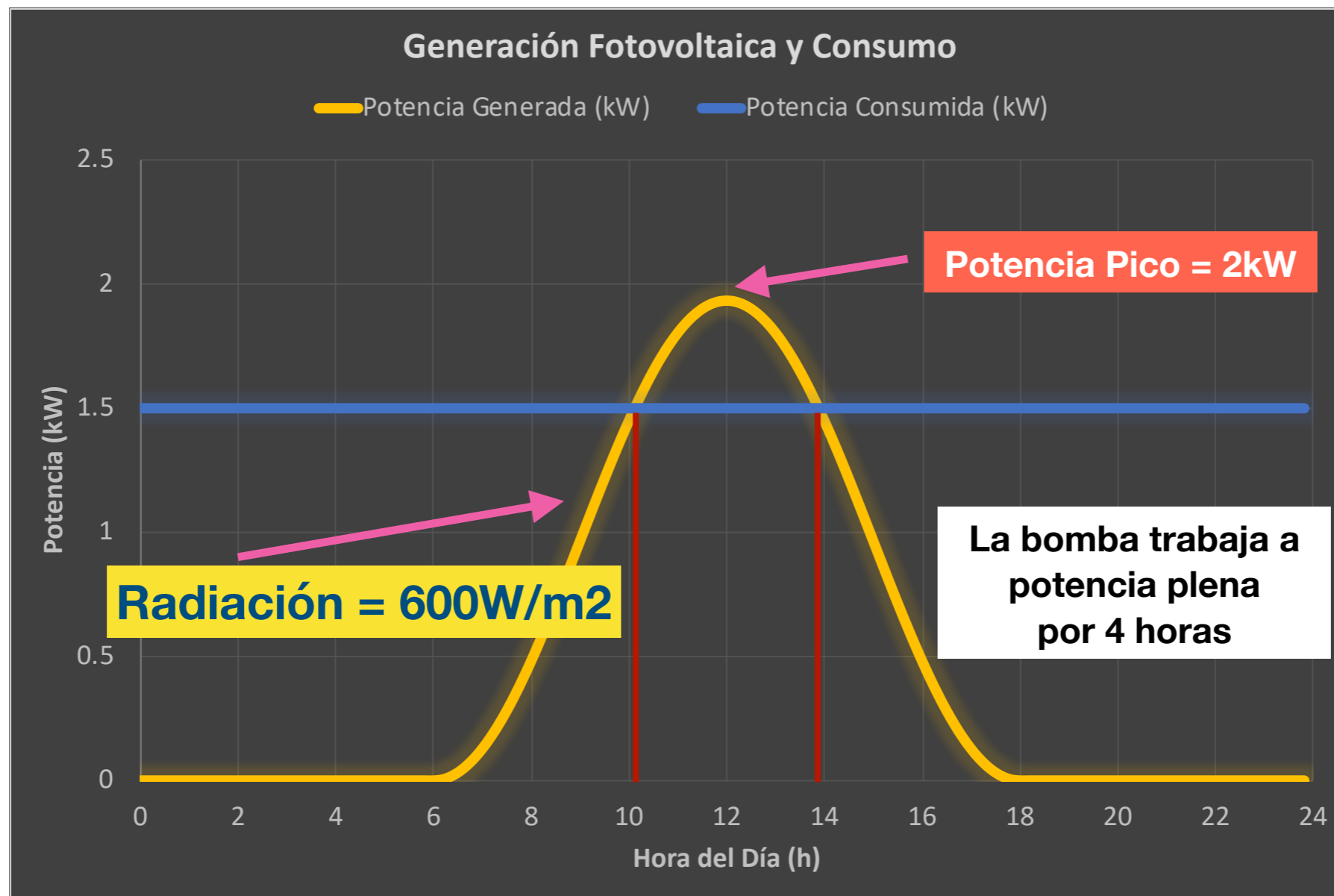
# Diseño del Sistema de Bombeo

## Potencia Solar Pico - Condiciones Ideales



- Ejemplo: Se desea alimentar una bomba trifásica de 2Hp (1.5kW) con un sistema fotovoltaico y un variador de velocidad en la ciudad de Bogotá.  
**El proveedor propone usar 10 paneles de 300W.**

**Factor de Potencia:**  $P_{FV} = 2 \cdot P_{Bomba}$



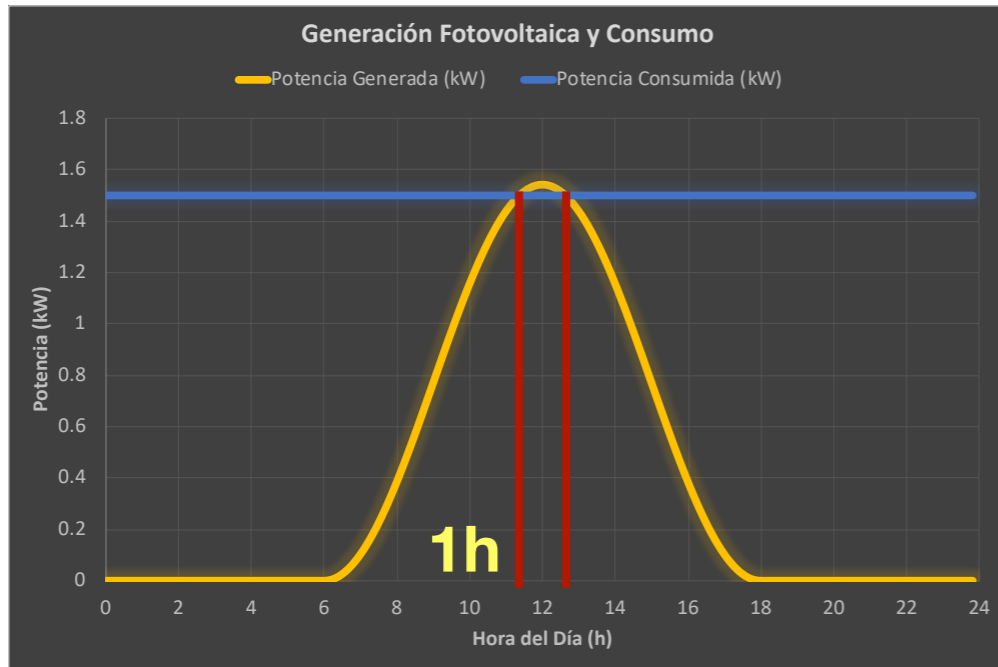


# Diseño del Sistema de Bombeo

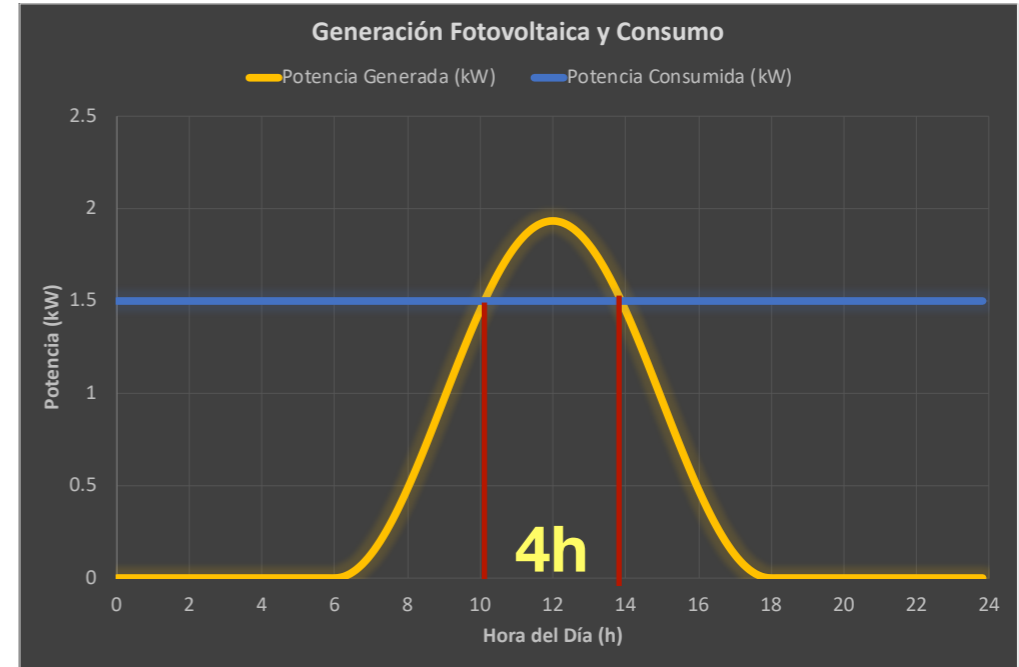
## Potencia Solar Pico - Condiciones Reales



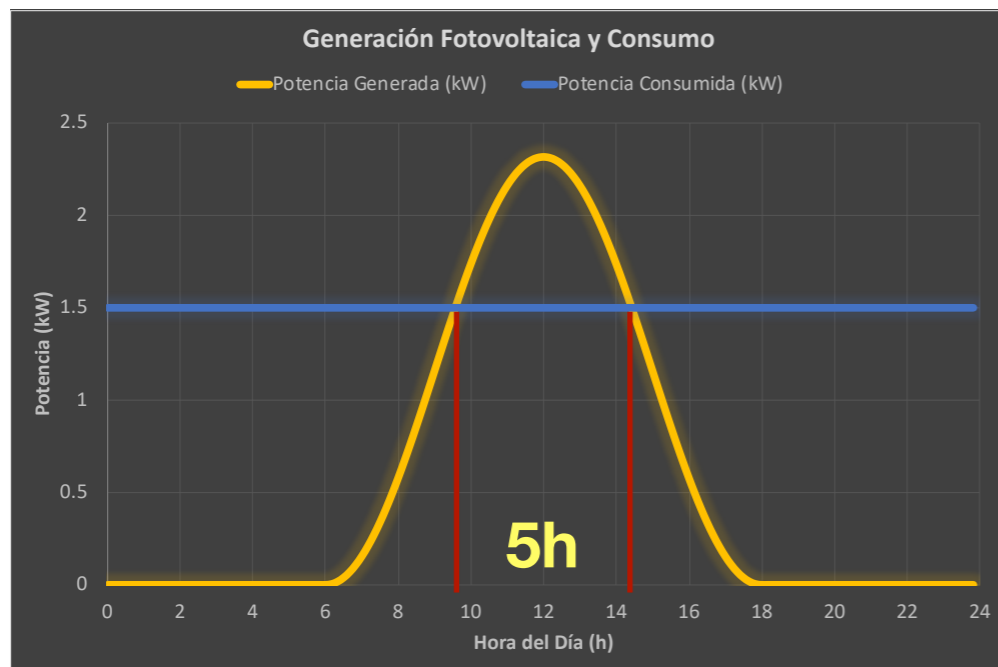
$$P_{FV} = 1.6 \cdot P_{Bomba}$$



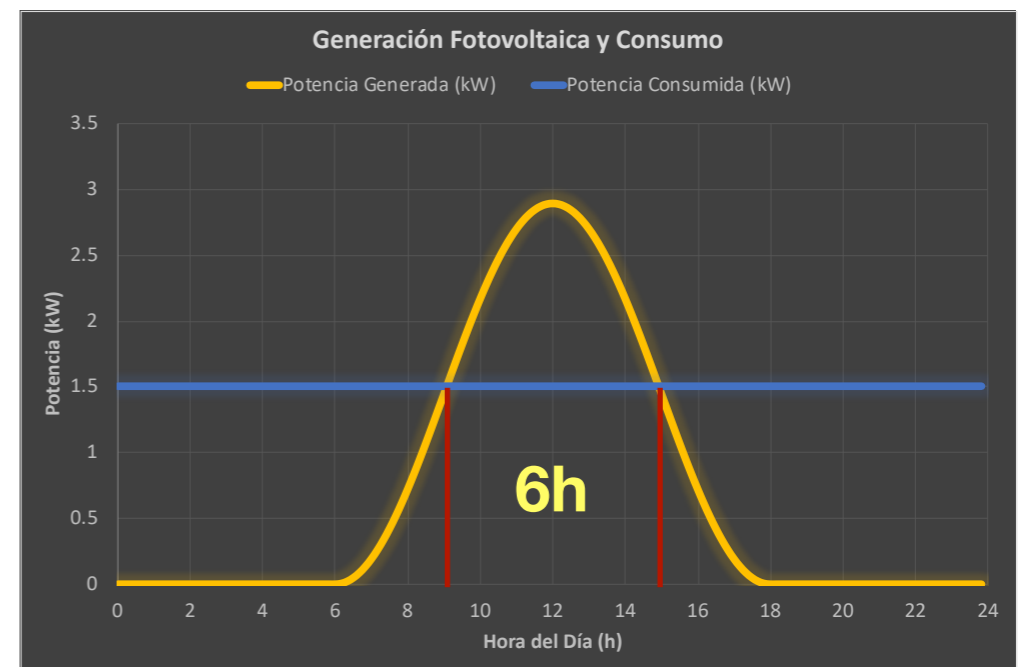
$$P_{FV} = 2 \cdot P_{Bomba}$$



$$P_{FV} = 2.4 \cdot P_{Bomba}$$



$$P_{FV} = 3 \cdot P_{Bomba}$$





# Diseño del Sistema de Bombeo

## Voltaje DC del Sistema Fotovoltaico



- Cada variador o cada bomba trabaja a un voltaje DC diferente. Según especificaciones el voltaje puede ser:

$$V_{FV} \geq 1.4 \cdot V_{Bomba}$$

$$200V_{dc} < V_{FV} < 440V_{dc}$$

- Tanto voltaje de circuito abierto Voc como el voltaje de máxima potencia Vmpp deben estar en este rango
- Ejemplo: Se desea alimentar una bomba trifásica a 220V de 2Hp (1.5kW) con un sistema fotovoltaico y un variador de velocidad. El cliente propone usar 5 paneles de 300W.

### ELECTRICAL DATA | STC\*

CS3K	295P	300P	305P	310P
Nominal Max. Power (Pmax)	295 W	300 W	305 W	310 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.5 V	32.7 V	32.9 V	33.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	9.08 A	9.18 A	9.28 A	9.37 A
Open Circuit Voltage (Voc)	39.1 V	39.3 V	39.5 V	39.7 V
Short Circuit Current (Isc)	9.57 A	9.65 A	9.73 A	9.81 A
Module Efficiency	17.75%	18.05%	18.36%	18.66%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or Class C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	30 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

### Factor de Potencia = 1

5 paneles: Ppv=1.5kWp

$$P_{FV} = 1 \cdot P_{Bomba}$$

$$V_{oc} = 5 \cdot 39.3 V = 196.5 V$$

$$V_{mp} = 5 \cdot 32.7 V = 163.5 V$$

### Factor de Potencia = 2

10 paneles: Ppv=3kWp

$$P_{FV} = 2 \cdot P_{Bomba}$$

$$V_{oc} = 10 \cdot 39.3 V = 393 V$$

$$V_{mp} = 10 \cdot 32.7 V = 327 V$$





# Diseño del Sistema de Bombeo

## Voltaje DC del Sistema Fotovoltaico



- Cada variador o cada bomba trabaja a un voltaje DC diferente. Según especificaciones el voltaje puede ser:

$$V_{FV} \geq 1.4 \cdot V_{Bomba}$$

$$200Vdc < V_{FV} < 440Vdc$$

- Tanto voltaje de circuito abierto Voc como el voltaje de máxima potencia Vmpp deben estar en este rango
- Ejemplo: Se desea alimentar una bomba trifásica a 220V de 2Hp (1.5kW) con un sistema fotovoltaico y un variador de velocidad. El cliente propone usar 5 paneles de 300W.

### ELECTRICAL DATA | STC\*

CS3K	295P	300P	305P	310P
Nominal Max. Power (Pmax)	295 W	300 W	305 W	310 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.5 V	32.7 V	32.9 V	33.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	9.08 A	9.18 A	9.28 A	9.37 A
Open Circuit Voltage (Voc)	39.1 V	39.3 V	39.5 V	39.7 V
Short Circuit Current (Isc)	9.57 A	9.65 A	9.73 A	9.81 A
Module Efficiency	17.75%	18.05%	18.36%	18.66%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or Class C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	30 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

### Factor de Potencia = 1.8

9 paneles: Ppv=2.7kWp

$$P_{FV} = 1.8 \cdot P_{Bomba}$$

$$V_{oc} = 9 \cdot 39.3 V = 353.7 V$$

$$V_{mp} = 9 \cdot 32.7 V = 294.3 V$$

$$f_{max} = 57 Hz$$

### Factor de Potencia = 3.6

18 paneles: Ppv=3kWp

$$P_{FV} = 3.6 \cdot P_{Bomba}$$

$$V_{oc} = 9 \cdot 39.3 V = 353.7 V$$

$$V_{mp} = 9 \cdot 32.7 V = 294.3 V$$

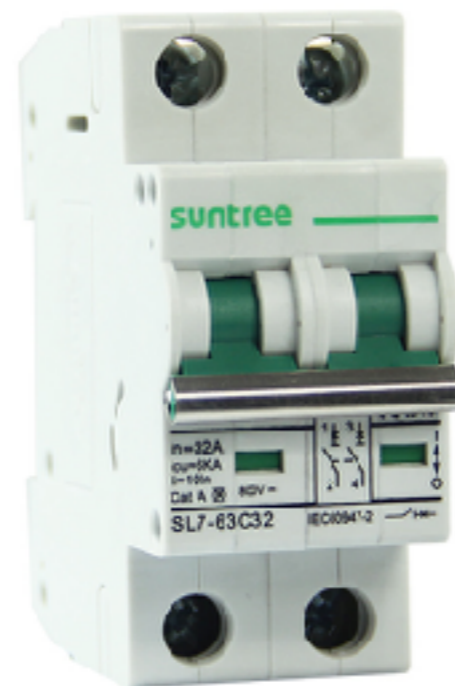


# Protecciones del Sistema Fotovoltaico

# Diseño del Sistema de Bombeo

## Protecciones del Sistema Fotovoltaico

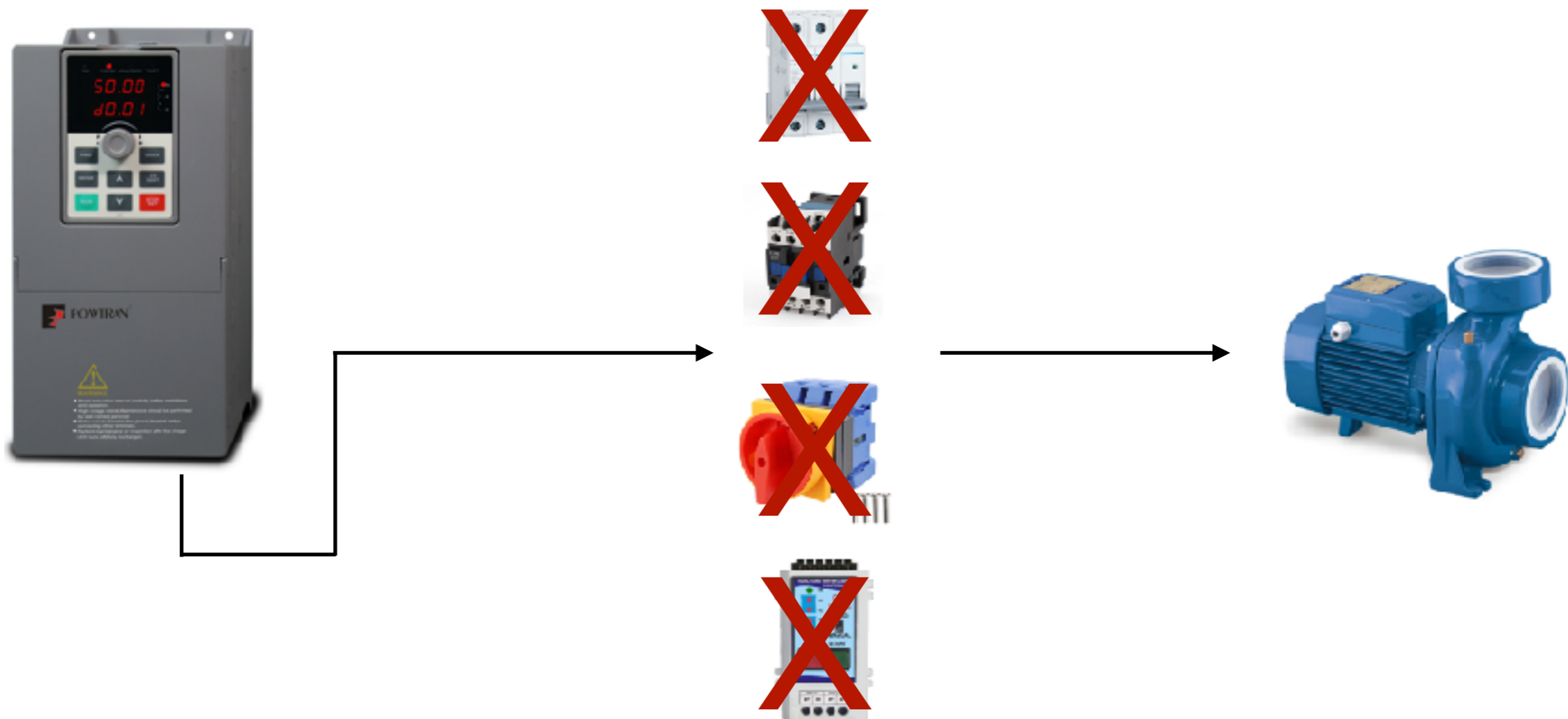
- Para el sistema fotovoltaico se aplican las mismas reglas ya conocidas para las protecciones
  - Braker en el lado DC según corriente del arreglo
  - DPS en el lado DC según voltaje del arreglo de paneles
  - Cable dimensionado según la corriente
  - Tener en cuenta que en distancias largas debe escogerse un cable de mayor calibre para minimizar pérdidas en el cable.



# Diseño del Sistema de Bombeo

## Protecciones del Sistema Fotovoltaico

- **ADVERTENCIA:** En el lado AC (a la salida del variador de velocidad) **NO** se usan protecciones ya que el variador incluye protección contra sobrecorriente y sobrevoltaje.
- **ADVERTENCIA:** Las corrientes inductivas del variador pueden generar picos muy altos de voltaje si se interrumpen abruptamente. Estos picos de voltaje dañan el variador.
- **Solución:** Si se desea hacer algún tipo de control para encender o apagar el variador de manera manual o automática, deben usarse interruptores en la entrada de alimentación y en las entradas digitales y analógicas del variador.







# Diseño del Sistema de Bombeo

## Protecciones del Sistema Fotovoltaico

- **ADVERTENCIA:** En el lado AC (a la salida del variador de velocidad) **NO** se usan protecciones ya que el variador incluye protección contra sobrecorriente y sobrevoltaje.
- **ADVERTENCIA:** Las corrientes inductivas del variador pueden generar picos muy altos de voltaje si se interrumpen abruptamente. Estos picos de voltaje dañan el variador.
- **Solución:** Si se desea hacer algún tipo de control para encender o apagar el variador de manera manual o automática, deben usarse interruptores en la entrada de alimentación y en las entradas digitales y analógicas del variador.

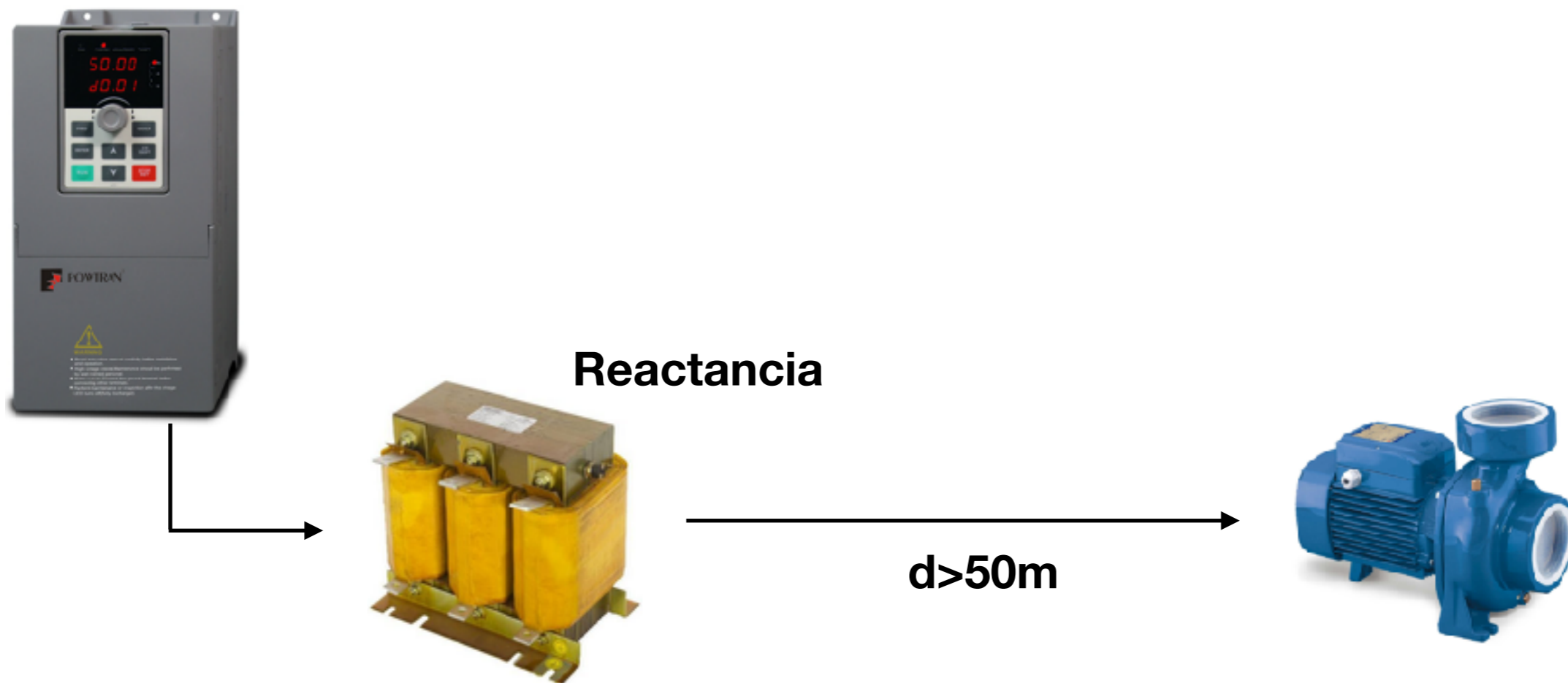




# Diseño del Sistema de Bombeo

## Protecciones del Sistema Fotovoltaico

- **ADVERTENCIA:** El variador debe quedar lo más cerca posible a la bomba (menos de 50m).
- **Solución:** Si la distancia entre variador y motor en el lado AC supera los 50 metros debemos instalar una reactancia directamente a la salida del variador.
- Nota: El variador puede quedar lejos del campo fotovoltaico y en ese caso se usa un cable de mayor calibre para transmitir la potencia de generación solar.





# Asesoría de Powertek Solar



# Diseño del Sistema de Bombeo

## Simulación para el Dimensionamiento del Sistema



- Simulación minuto a minuto del comportamiento del Sistema
- Predicción de horario de funcionamiento del sistema, caudal de la bomba y frecuencia del variador
- Programación del variador

### SIMULACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEO

#### Requerimientos del Sistema

##### Propiedades de Placa del Motor Eléctrico de la Bomba Existente / Recomendada

Potencia Nominal del Motor Eléctrico de la Bomba (Hp) 2.0  
 Voltaje Nominal del Motor de la Bomba (V) 220  
 Frecuencia Nominal del Motor de la Bomba (Hz) 60  
 Velocidad Nominal de la Bomba (RPM) 3425  
 Número de Fases del Motor de la Bomba 3

##### Propiedades del Punto de Trabajo del Motor

Frecuencia Máxima Deseada de Trabajo del Motor (Hz) 60.0  
 Frecuencia Mínima Deseada de Trabajo del Motor (Hz) 10.0

##### Propiedades del Sistema Fotovoltaico

Potencia Pico Total del Sistema Fotovoltaico Deseado (kWp) 6.0  
 Potencia Pico del Panel Deseado (Wp) 665  
 Voltaje de Circuito Abierto (Voc) del Panel Deseado en Condiciones STC (V) 38.5  
 Voltaje de Máxima Potencia (Vmp) del Panel Deseado en Condiciones STC (V) 45.6  
 PVOUT (kWp/kWp) 3.5

##### Propiedades del Variador de Velocidad

Voltaje Mínimo de Operación del Variador (Vdc) 150  
 Voltaje Máximo de Operación del Variador (Vdc) 450

##### Propiedades de la Red Eléctrica

Disponibilidad de La Red Eléctrica Comercial (No = 0 / Sí = 1) 0  
 Inyección de Energía a Través de Transferecia a Sistema Híbrido (Transferencia = 0 / Híbrido = 1) 220  
 Voltaje Línea a Línea de la Red Eléctrica Comercial (Vac) 3  
 Número de Fases Presentes en la Acometida 3

##### Propiedades de Placa de la Bomba Existente / Recomendada

Caudal Bajo de la Bomba (m<sup>3</sup>/h) 0.0  
 Caudal Alto de la Bomba (m<sup>3</sup>/h) 8.4  
 Altura Manométrica Alta de la Bomba (m) 50.0  
 Altura Manométrica Baja de la Bomba (m) 0.0

##### Propiedades del Sistema Hidráulico

Altura Manométrica Estática (m) 10.0  
 Volumen Requerido por Día (m<sup>3</sup>) 2.0  
 Diámetro de la Tubería (in) 1.0  
 Longitud de la Tubería (m) 10.0

##### Propiedades del Horario de Trabajo de la Bomba

Hora del Día de Encendido de la Bomba (h) 8.0  
 Hora del Día de Apagado de la Bomba (h) 16.0

#### Resultados de la Simulación

##### Resultados del Sistema Fotovoltaico

Número Total de Paneles Solares 9  
 Número de Paneles Solares por Serie 9  
 Número de Series en el Sistema 1  
 Voltaje de Máxima Potencia de la Serie (Vmp) en Condiciones STC (V) 347  
 Voltaje de Circuito Abierto de la Serie (Voc) en Condiciones STC (V) 410  
 Potencia Pico Instalada (kWp) 6.0  
 Potencia Pico Generada (kWp) 3.0  
 Relación Potencia Pico Instalada a Potencia Nominal de Trabajo del Motor 3.0  
 Relación Potencia Pico Generada a Potencia Nominal de Trabajo del Motor 1.5  
 Área Requerida como Mínimo (m<sup>2</sup>) 28.0

##### Resultados del Balance Energético

Energía Generada por el Sistema Fotovoltaico por Día (kWh) 20.8  
 Energía Consumida por la Bomba por Día (kWh) 17.1  
 Energía Generada por el Sistema Fotovoltaico por Día que Consume la Bomba (kWh) 17.1  
 Porcentaje de Ahorro Energético (%) 100.0  
 Porcentaje de Energía Generada por el Sistema Fotovoltaico que Consume la Bomba (%) 82.1  
 Porcentaje de Energía Generada por el Sistema Fotovoltaico Disponible Adicionalmente (%) 21.9

##### Resultados del Tiempo de Trabajo del Sistema

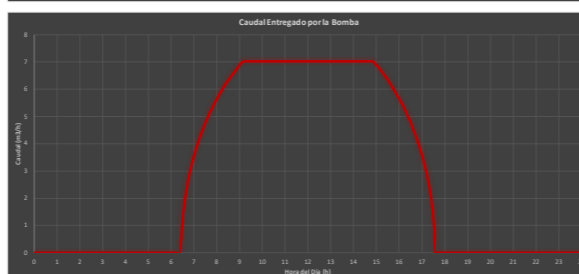
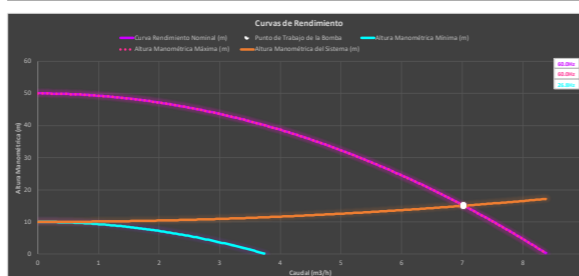
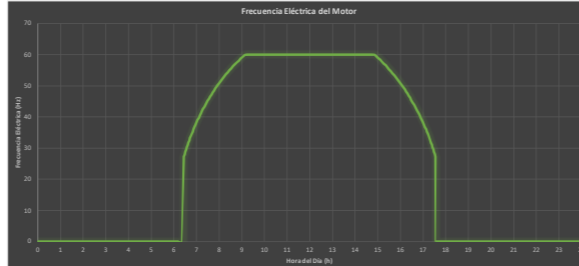
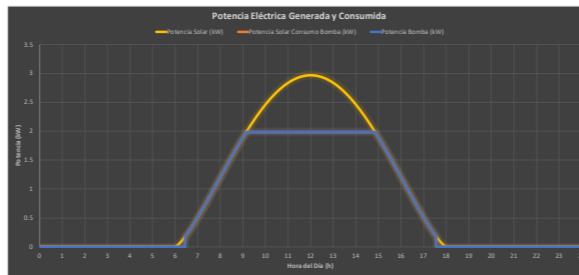
Tiempo de Trabajo de la Bomba a Frecuencia Nominal del Motor (h) 5.7  
 Tiempo de Trabajo de la Bomba a Frecuencia Máxima (h) 5.7  
 Tiempo de Trabajo de la Bomba en Total (h) 11.1

##### Resultados del Motor Eléctrico

Potencia Eléctrica Mínima Consumida por el Motor (kW) 0.2  
 Potencia Eléctrica Máxima Consumida por el Motor (kW) 2.0  
 Relación Potencia Pico Instalada a Potencia Nominal de Trabajo del Motor 3.0  
 Relación Potencia Pico Generada a Potencia Nominal de Trabajo del Motor 1.5  
 Frecuencia Eléctrica Mínima de Trabajo del Motor (Hz) 26.8  
 Frecuencia Eléctrica Máxima de Trabajo del Motor (Hz) 60.0  
 Voltaje AC Máximo de Alimentación del Motor (V) 220  
 Eficiencia Estimada del Motor a Potencia Nominal (%) 75.1

##### Resultados del Sistema Hidráulico

Volumen Entregado por Día (m<sup>3</sup>) 66.9  
 Caudal a Potencia Máxima (m<sup>3</sup>/h) 117.0  
 Caudal a Potencia Máxima (l/s) 2.0  
 Caudal a Potencia Máxima (m<sup>3</sup>/h) 0.5  
 Caudal a Potencia Mínima (l/min) 8.7  
 Caudal a Potencia Mínima (l/s) 2.4  
 Altura Manométrica Dinámica a Potencia Máxima (m) 15.0  
 Cumplimiento del Requerimiento 5i



### Programación Variador POWTRAN

#### Características del Tipo de Alimentación Eléctrica del Sistema

Tipo de Alimentación (Fotovoltaica con o sin Transferecia = 1 / Híbrida = 2 / Red Eléctrica = 3) 3

#### Características del Panel Solar (STC)

Potencia Máxima (Pmax) 665  
 Voltaje de Máxima Potencia (Vmp) 38.5  
 Voltaje de Circuito Abierto (Voc) 45.6

#### Características del Sistema Solar Fotovoltaico

Número de Paneles por Serie 7  
 Número de Series 1  
 Hora Solar Pico (PVOUT) 4.178

#### Características de la Red Eléctrica Comercial

Voltaje AC Fase a Fase (V) 220  
 Número de Fases Disponibles 2

#### Características del Motor

Potencia Nominal del Motor (Hp) 2  
 Voltaje de Nominal del Motor (Vac) 230  
 Corriente Nominal del Motor (A) 8.50  
 Frecuencia Nominal del Motor (Hz) 60  
 Velocidad Nominal del Motor (RPM) 3450  
 Distancia entre Motor y Variador (m) 20  
 Frecuencia de Arranque del Motor (Hz) 30  
 Número de Fases que Alimentan al Motor 3  
 Factor de Servicio del Motor 1.15

#### Características del Variador Powtran

Voltaje en DC Mínimo de Trabajo (Vdc) 150  
 Voltaje en DC Máximo de Trabajo (Vdc) 440  
 Factor de Conversión DC/AC 0.707

#### Descripción de los Parámetros de Programación

Descripción de los Parámetros de Programación	Parámetro	Valor
<b>Configuración General del Variador</b>		
Configurar el Variador con Parámetros de Fábrica	Y0.00	3
Tiempo de Aceleración del Motor (s)	F0.13	0.7
Frecuencia Portadora de la Señal PWM (kHz)	F0.18	4.2
Frecuencia Máxima Variador (Hz)	F0.19	60.00
Frecuencia de Salida del Variador (Hz)	F0.21	60.00
Frecuencia de Arranque del Variador (Hz)	F0.23	30.00
<b>Propiedades Eléctricas del Motor</b>		
Potencia de Placa del Motor (kW)	b0.01	1.5
Voltaje de Placa del Motor (Vac)	b0.02	230
Corriente de Placa del Motor (A)	b0.03	8.50
Frecuencia de Placa del Motor (Hz)	b0.04	60.00
Velocidad de Placa del Motor (RPM)	b0.05	3450
<b>Algoritmo MPPT del Variador</b>		
Voltaje MPPT del Sistema Fotovoltaico (Vdc)	E0.01	295.6
Tiempo de Respuesta del Variador (s)	E0.02	0.0
Tiempo de Espera para Reiniciar el Variador (s)	E0.03	180
Voltaje Circuito Abierto del Sistema Fotovoltaico (Vdc)	E0.04	339.9
Voltaje Mínimo de Trabajo del Sistema Fotovoltaico (Vdc)	E0.05	266.0
Voltaje Máximo de Desviación (Vdc)	E0.06	26.6
Voltaje para Despertar de la Hibernación (Vdc)	E0.07	251.2
Voltaje para Entrar en la Hibernación (Vdc)	E0.08	221.7
<b>Configuración de la Pantalla</b>		
Opción para Mostrar Potencia Consumida en Pantalla	F6.01	003F
<b>Configuración Según el Número de Fases que Alimentan al Motor</b>		
Tipo de Motor según el Número de Fases de su Alimentación	F8.08	1
<b>Configuración de los Pilotos LED de Marcha y Parada (Opcional para Tablero)</b>		
Activación de la Salida del Terminal SPB en Señal de Tipo Interruptor	F2.00	1
Activación de la Salida para LED Rojo en la Parada	F2.01	23
Activación de la Salida para LED Verde en la Marcha	F2.04	1



# Conclusión

## Aprendizaje de esta Charla

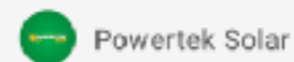
### ■ Recomendaciones:

- Ver videos y tutoriales hechos por Powertek en Youtube



#### 10 RECOMENDACIONES PARA VARIADORES SOLARES POWTRAN

121 views · 3 weeks ago

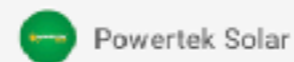


Es importante tener en cuenta estas diez (10) recomendaciones al momento de hacer el dimensionamiento, diseño y ejecución ...



#### ¿CÓMO CONECTAR UN VARIADOR SOLAR POWTRAN?

317 views · 2 months ago



Si tenías dudas acerca del conexionado de un variador solar Powtran, en este video te las resolveremos. Escribe a nuestros ...

# Conclusión

## Aprendizaje de esta Charla

### ■ Recomendaciones:

- Ver videos y tutoriales hechos por Powertek en Youtube

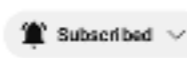


#### Bombeo solar / tablero eléctrico



Powertek Solar

565 subscribers



479 views · 4 months ago

¡Bienvenidas al canal de YouTube sobre energía solar! En este video, hablaremos sobre los tableros eléctricos para bombeo solar.

Las tableros eléctricos son una parte fundamental para cualquier sistema. En el caso de los sistemas de bombeo solar, deja nuestros equipos herméticos, protegidos contra la intrusión de cuerpo...more





# Invitación - Charlas de Bombeo - Exposolar



**JORNADA ACADÉMICA**

**Charlas técnicas**  
Miércoles 16 de Octubre



	Salón 1	Salón 2	Salón 3	Salón 4	Salón 5	Salón 6	Salón 7	Salón 8
<b>11:00 AM a 12:00 M</b>	<b>SOLUPROYEL</b> Estudios de Aro Eléctrico en Parques Solares Juan Pablo Hernández Director de Proyectos	<b>Powertek Solar</b> Sistemas Fotovoltaicos de Bombeo: ¿Cómo se Dimensionan? Gustavo Lenis, PhD, MPE Ingeniero Electrónico	<b>Sylvania Colombia</b> Selección adecuada de componentes para soluciones con energía solar para iluminación y generación solar Jairo Humberto Pinzón Gerente de Alumbrado Público y Solar LaTóm	<b>FIBRA ANDINA SAS</b> Optimización Energética con Baterías e Inversores Híbridos On Grid Marca Deye Diego Leon Serpa Gerente de Proyectos de Energía Solar Fotovoltaica	<b>Helukabel Colombia</b> Cables Solares Premium: Asegurando la Eficiencia y Durabilidad en Sistemas Fotovoltaicos Diego Chicuza Technical Specialist	<b>Cosostenible</b> Solución Inversor Híbrido SRNE Camilo Reyes Director de ingeniería	<b>Solarity Colombia</b> Dimensionamiento de sistemas solares híbridos - Deye Eyder Rodríguez Ingeniero Técnico Sr.	<b>CERFER</b> Economía de los sistemas de almacenamiento de energías con baterías (estructura de costas de un sistema, ciclo de vida de dichas instalaciones, Caso Alemania). Marion Villamizar Experto Metodológico en Transición Energética
<b>1:00 PM a 2:00 PM</b>	<b>Astronergy</b> TOPCon 4.0 y tendencias del mercado Ignacio Ortubia GTS Manager Latam	<b>Centelsa by Nexans</b> Cables, Servicios y Soluciones innovadoras para Granjas Solares más Seguras, Confiables, Eficientes y Sostenibles. Luis Fernando Blandón Innovation Manager	<b>Growatt</b> Dominando la Innovación Solar: Microinversor NEO Growatt en Acción Julián Andrés Tovar Product Marketing Manager	<b>Suncast</b> Inteligencia Artificial para la Energía Solar: Casos de Éxito en Chile Pedro Correa Álvarez CTO	<b>Edli Andina - Solar Andina</b> Transformando Techos de Asbesto en Activos Energéticos: Un Enfoque Integral Jaime Enrique Torres Gerente U.E.N.	<b>SOLSTA</b> Optimización de diseños FV con PV*SOL premium Erick Leonardo Garzón Directivo Técnico y Operaciones	<b>ENERGITEL</b> Monitoreo Inteligente de Sistemas de Energía Solar a través de APIs Cristóbal Caraballo Ingeniero de Soporte	<b>LIVAS</b> Sistemas Contra Caídas Aplicados a Cubiertas con Paneles Solares. Simone Fabbri Director de Proyectos
<b>2:30 PM a 3:30 PM</b>	<b>ALTAFOX ENERGY</b> Baterías BYD Para el Sector Residencial y Comercial en Colombia Giovanni Pabón Desarrollo de negocios LAT	<b>JIMACO SAS</b> Modelado 3D aplicado a la construcción de parques solares Freddy Serna	<b>AID GROUP</b> Sistemas de prevención y detección de intrusos en Granjas Solares Ivan Cabrera Gerente General	<b>Promigas</b> Eficiencia en estaciones de compensación con BESS Jorge Elicer Millán Director de Innovación y Proyectos Compensación energética de Occidente	<b>Celsia</b> Almacenamiento de Energía en Granjas Solares Gabriel Salazar Líder de Almacenamiento de Energía en Celsia	<b>GEM ELEVADORES</b> Elevadores para paneles solares, un desarrollo que facilita la instalación de sistemas FV Ángel López Director Comercial	<b>Excelec International</b> AMI sin celular - Radiocomunicación - Zonas No Interconectadas ZNI Juan David Arango Gerente General	<b>Energía y Movilidad</b> Estructura Solar Fotovoltaica GOOMAX Daniela Gómez Gerente de Línea Goomax
<b>4:00 PM a 5:00 PM</b>	<b>PEIMAR</b> Generación Distribuida y Módulos de Alta Potencia: El Futuro de la Energía Solar con Inversores de Última Generación Ricardo Fossetti Ingeniero Eléctrico	<b>SURA/ SEGUROS DE COLOMBIA</b> Protege tus proyectos Christian García Gerente	<b>QUIMALDI INSTRUMENTS</b> Medidas de Verificación y seguridad eléctrica en instalaciones solares fotovoltaicas. Alberto Prada Uribe Director Comercial	<b>K2 Systems</b> K2 Rail-less soluciones para Tejas Metálicas Jackeline Price Sales Engineer Colombia	<b>Amara NZero</b> Beneficios de realizar proyectos Solares a Gran Escala con Trina y Solis Victor Madero Soporte Técnico	<b>HESECO INGENIERIA</b> Tu Hogar, Tu Empresa, Tu energía César Carrascal/John Peña Coordinador Fotovoltaico / Gerente Comercial	<b>Solphower</b> Diseño y selección de PROTECCIONES DC/AC y equipos para un sistema fotovoltaico híbrido Jesid Lozano Ingeniero de Proyectos	<b>Apsystems</b> Conoce el entorno de la solución de almacenamiento de energía APStorage y el nuevo microinversor para aplicaciones residenciales, el DS3-LV Mtra. Soemy Garrido Gerente de Ingeniería





# Invitación - Charlas de Bombeo - Exposolar



**JORNADA ACADÉMICA**

**Charlas técnicas**  
Jueves 17 de Octubre



	Salón 1	Salón 2	Salón 3	Salón 4	Salón 5	Salón 6	Salón 7	Salón 8
9:30 AM a 10:30 AM	<b>LIV Energy</b> Darle vida para las empresas en el Mantenimiento de Paquetes Fotovoltaicos de Meritay Colombia <b>Daniel Rojas</b> Gerente de Operaciones	<b>Powertek Solar</b> Redes, Filtros y soluciones Instalando un Sistema Fotovoltaico de Bombeo <b>Gustavo Lenis, PhD, MDA</b> Director Ejecutivo	<b>Industrias Elctricol</b> Soluciones Integrales para la Gestión Distribuida y Centralizada de Energía Fotovoltaica <b>Neany Neñez</b> Ingeniera Comercial	<b>Applus+IQ2</b> Soluciones Inteligentes de Gestión Ambiental en Energía Solar <b>Olga Leticia Tamírez</b> Profesional de Desarrollo de Negocios	<b>Legrand Colombia</b> Protección Eléctrica en Energía Renovable: DPS como Clave en Instalaciones Fotovoltaicas <b>Luis María Nieto</b> Ingeniero Especialista Industrial y Consultor	<b>ROCASOL</b> Modelos de Financiación Para sistemas Solares de Hasta 100KWP <b>Semirico Rodríguez</b> Co-fundador y CEO	<b>(+)VERDE SAS BIC</b> Estudios de Inundabilidad: Clave para la Viabilidad de Proyectos Solares <b>Anaélida Salgado</b> Directora de Proyectos	<b>SolarClimax - Yiamon</b> Nuevas tecnologías para la seguridad y mantenimiento de SFV <b>Jonathan Paulsson</b> Director de Desarrollo de Negocios para Latinoamérica
11:00 AM a 12:00 PM	<b>enerBit</b> Energía Solar Inteligente: Control Total del Consumo con enerBit <b>Christian Hurtado</b> Lider de Dto. de Producto	<b>ACOSOL</b> Registro y Obtención Certificado UPME Resiliencia y Eficiencia RICE - ACPE <b>Miguel Hernández</b> Presidente	<b>ENERGIZAR</b> Soluciones Solares Integración Eficiente de Inversores Eléctricos en Sistemas Energéticos <b>Omar Vivas / Juan Watts</b> Ingenieros	<b>Exposolar Academia</b> Entrenamiento de alta especialidad en energía solar PV, una alternativa para certificar profesionales del sector <b>Nelson Enrique Meila</b> Coordinador General Centro de Estudios	<b>Soluciones MDS Proeléctricos</b> Soluciones inteligentes para la Transición Energética <b>Carlos E. Lizaro O</b> Director de Marketing	<b>IE Grupo</b> Sostenibilidad corporativa, cumplimiento normativo y producción de huella de carbono <b>Catalina Becerra - Anacleto Anacleto</b> Ingeniera, Juan Carlos Aguilera	<b>Canadian Solar</b> Metodología Avanzada para Optimizar el ROI Solar <b>Freddy Mendoza</b> Sr. Sales Manager	
1:00 PM a 2:00 PM	<b>Fronius Internacional</b> Novedades brillantes Fronius <b>Fabian Prieto</b> Technical Advisor	<b>Alusín Solar</b> Diseñando juntos tu mejor instalación solar en suelo <b>Klaus Lieblich</b> Country Manager	<b>Medeiel</b> Cerrando brechas energéticas. Innovación solar para un futuro sostenible en Colombia <b>Oscar Juan Fernández</b> Director	<b>Deye</b> Soluciones pioneras en energía sostenible <b>Luis Ying</b> Gerente en Latam	<b>S-SI Metal Roof</b> Preservando la vida útil y garantía de los techos metálicos al instalar proyectos PV sin uso de cables <b>Juan Carlos Fuentes</b> Director de International Business	<b>JA Solar</b> Nuevas Fronteras en Tecnología Solar Innovaciones y Tendencias <b>Guillermo Rubiano</b> LATAM Technical Support Specialist	<b>BAYWA RE</b> Buenas practicas en instalaciones solares <b>Santiago Torres</b> Ingeniero de Soporte Sr	<b>IMPROINDE ENERGY SOLAR SOLAR</b> Sistemas de Almacenamiento BESS SOLAR <b>Monse Mujica</b> Business Developer
2:30 PM a 3:30 PM	<b>SOLAR HUB COLOMBIA</b> ¿Cómo evoluciona los proyectos PV, tecnología Anti-Dust, optimiza la generación y reduce costos de mantenimiento <b>Carolina Bayona A.</b> DG Product and Solution Manager	<b>QUALUM</b> Cubierta Solar Impermeable <b>IFI Carlos E. Ortiz</b> Fundador	<b>TRONIX</b> Cómo la tecnología de paneles con grafeno logra una mejor producción en tus proyectos. <b>Maribel Nieto</b> Directora de Cuentas Clave para Latam de Zestive	<b>DINERCA - LORENTZ</b> Transformando la Ganadería de Forma Sostenible <b>Felipe Guerra</b> Director de Equipamiento y Finanzas, MANTENIMIENTO	<b>HUAWEI</b> Innovaciones en soluciones de almacenamiento <b>Jaime Herrera</b> PV BESS Product Manager	<b>Sunfer</b> Estructuras y parkings <b>Maria Bárbara</b> Product Manager	<b>GRUPO DEFA SAS</b> Tendencia de las regulaciones en los sistemas de autogeneración de energía <b>Sergio David Henao</b> Asesor	<b>GCL</b> Tecnologías actuales y futuras. El avance de la Perovskita en la industria fotovoltaica. <b>Vitor Rodriguez</b> Director Técnico de Venta & Estima
4:00 PM a 5:00 PM	<b>Modulo Solar</b> Colectores solares de alta eficiencia para calentamiento de piscinas <b>Daniel Casola</b> Director	<b>WECO</b> Soluciones híbridas de alta potencia. <b>Ricardo Caro Nieto</b> Ingeniero de proyectos, INBO y ULTRIFY para Latam	<b>OSAIC</b> Evaluación de la conformidad de sistemas solares fotovoltaicos de acuerdo con el RETE 2024 <b>Fabian Rodriguez</b> Director Técnico	<b>Sonnecol</b> Revolución tecnológica con SolarEdge. El futuro es hoy! <b>Mariana Mejía</b> Gerente Comercial	<b>ERASMUS</b> Herramientas para la gestión, el monitoreo y el diagnóstico de sistemas fotovoltaicos. <b>Luis Fernando Agudelo</b> Ingeniero electricista y gerente de línea	<b>Landatu Solar</b> Solares lastrado por agua y solar flotante <b>Cristian Martín</b> Director de Producto y fundador	<b>SIGNIFY</b> Consideraciones para hacer un proyecto de iluminación solar eficiente <b>David Icaza</b> Gerente de Producto	<b>NextCity Labs</b> La importancia de las tecnologías solares en la Construcción Sostenible <b>Cristina Merlotto</b> Distribuidor Autorizado en Colombia
5:30 PM a 6:30 PM	<b>MANLIM</b> Tecnologías Sostenibles Eficientes en el Mantenimiento de Plantas Fotovoltaicas. Compartiendo Experiencia desde el primer día. <b>Karina Palma</b> Gerente General	<b>Jinko Solar</b> Impulsa tus proyectos con tecnología N Type <b>Enrique Linares</b> Gerente de Servicios Técnicos para Latinoamérica	<b>POLFN Transiciones Justas</b> Electromovilidad en la ruralidad <b>Juan Pablo Díaz</b> Lider de proyecto	<b>Sonepar Colombia</b> Soluciones tecnológicas solares para reducir la huella de carbono en la industria colombiana <b>Daniel con</b> Gerente de Producto Especializado Gerente de Desarrollo				



**Muchas gracias por tu atención.  
Contáctanos en caso de dudas.**

Powertek S.A.S.



 **POWERTEK**<sup>®</sup>  
**SOLAR**

**Director**  
innovación y desarrollo

Gustavo Lenis, PhD, MBA  
(+57) 317 565 7944  
glenis@powertek.com.co  
Cra 32 No. 9 - 71 Arroyohondo-Yumbo

powertek\_solar | SolarPowertek | SolarPowertek  
www.powertek.com.co