

JORNADA

“AHORRO DE ENERGÍA EN REDES DE RIEGO”

**MODELOS E INNOVACIONES DE ABASTECIMIENTO A
REGADÍOS CON ENERGÍAS RENOVABLES**



INDICE

1. INTRODUCCION
2. FUNDAMENTOS
3. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS
4. TIPOS DE BOMBEOS CON ENERGÍA SOLAR
5. BOMBEOS CON OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES
6. EJEMPLO DE UN BOMBEOS SOLARES

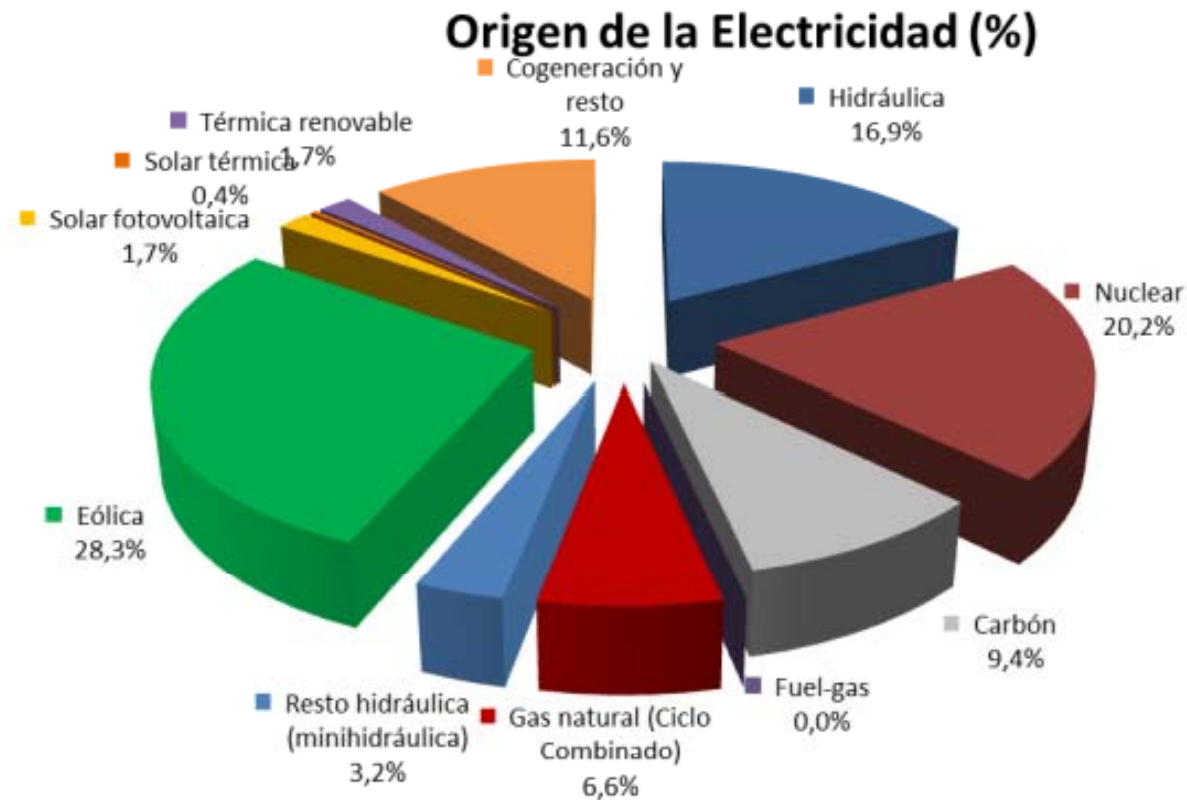
1. INTRODUCCIÓN

- LA ENERGÍA EN EL CONTEXTO MUNDIAL
 - FUENTES DE ENERGÍA
 - COSTES ENERGÉTICOS
 - ENERGÍAS RENOVABLES
- EL AGUA EN EL MUNDO
 - ESTADO MUNDIAL DEL RECURSO HIDRÍCO
 - USOS Y DEMANDAS FUTURAS
- INICIO DEL USO DE LAS ENERGÍA RENOVABLES
 - PRIMEROS DESARROLLOS
 - TECNOLOGÍAS DISPONIBLES
- DESARROLLO DE LOS BOMBEOS CON ENERGÍAS RENOVABLES
 - SISTEMAS INICIALES
 - TIPOLOGÍAS ACTUALES

1. INTRODUCCIÓN

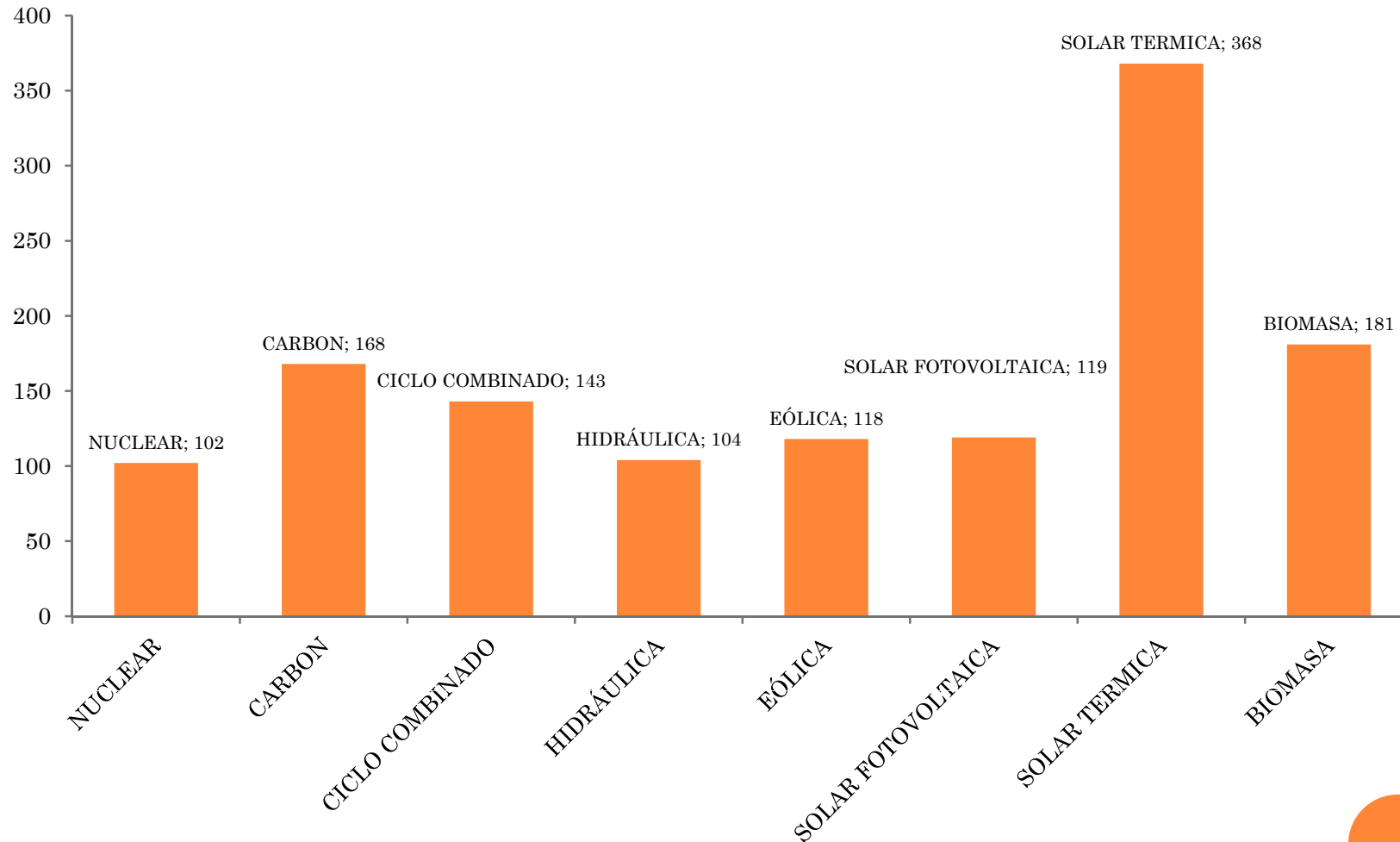
• LA ENERGÍA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

- FUENTES DE ENERGÍA
- COSTES ENERGÉTICOS
- ENERGÍAS RENOVABLES



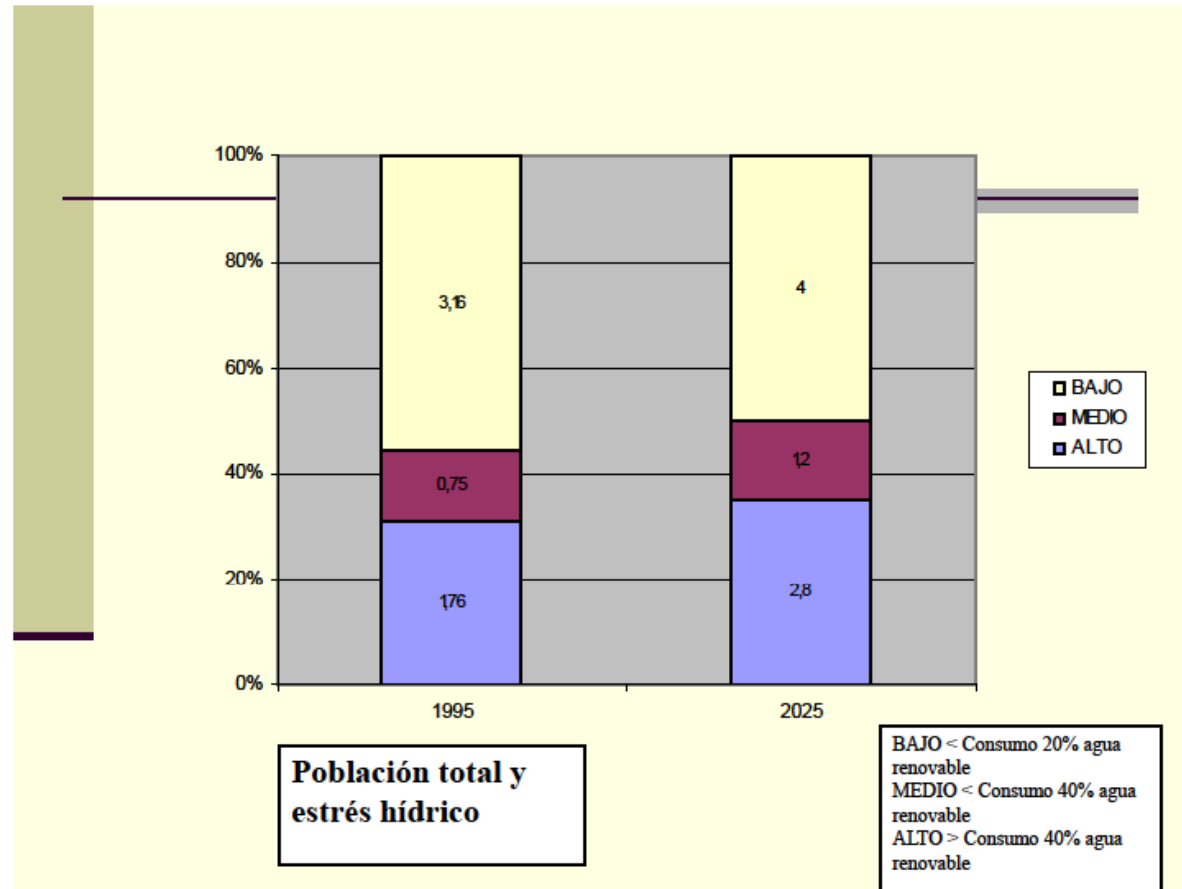
1. INTRODUCCIÓN

COSTES FUENTES ENERGÉTICAS €/MWh



1. INTRODUCCIÓN

• EL AGUA EN EL MUNDO



1. INTRODUCCIÓN

•EL AGUA EN EL MUNDO

- LAS NECESIDADES DE AGUA DULCE UTILIZABLES VAN EN AUMENTO EN EL PLANETA
- LAS PREVISIONES DEL PANEL DE CAMBIO CLIMÁTICO NO SON BUENAS
- LOS RECURSOS SON CADA VEZ MÁS ESCASOS Y EXISTE UNA PUGNA ENTRE TERRITORIOS POR SU USO
- EL AGUA SERÁ UNO DE LOS RECURSOS MÁS PRECIADOS EN UN FUTURO INMEDIATO

1. INTRODUCCIÓN

• INICIO DEL USO DE LAS ENERGÍA RENOVABLES

- PRIMEROS DESARROLLOS
- TECNOLOGIAS DISPONIBLES



1. INTRODUCCIÓN

• INICIO DEL USO DE LAS ENERGÍA RENOVABLES

- PRIMEROS DESARROLLOS
- TECNOLOGIAS DISPONIBLES

✓ DESDE EL INICIO DE LAS PRIMERAS CIVILIZACIONES SE HA UTILIZADO EL VIENTO Y EL AGUA PARA MOVER DIFERENTES INGENIOS

✓ LOS MOLINOS DE VIENTO HAN SERVIDO PARA BOMBLEAR AGUA Y REALIZAR MOLIENDA DE CEREALES Y OTRAS TAREAS MECÁNICAS DESDE ÉPOCAS MUY ANTIGUAS

✓ LAS NORIAS HIDRÁULICAS INSTALADAS EN RIOS SE HAN USADO PARA ELEVAR AGUA Y PODER UTILIZARLA EN RIEGOS Y ABASTECIMIENTO

✓ LOS RECURSOS DEL VIENTO Y DE LA RADIACIÓN SOLAR SON HOY APROVECHADOS CON NUEVAS TECNOLOGÍAS

1. INTRODUCCIÓN

•DESARROLLO DE LOS BOMBEOS CON ENERGÍAS RENOVABLES

-SISTEMAS INICIALES

-TIPOLOGÍAS ACTUALES



1. INTRODUCCIÓN

DESARROLLO DE LOS BOMBEO CON ENERGÍAS RENOVABLES

-SISTEMAS INICIALES

-TIPOLOGÍAS ACTUALES

-LOS PRIMEROS BOMBEO CON ENERGÍAS RENOVABLES MODERNOS SE MATERIALIZARON CON ENERGÍA EÓLICA

-LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA HA PROPICIADO SU USO COMO FUENTE ENERGÉTICA RENOVABLE MAYORITARIA

- OTROS ELEMENTOS COMO LOS VARIADORES DE FRECUENCIA Y SU ADAPTACIÓN A LOS COMBEO SOLARES HAN TERMINADO POR COMPLETAR SU USO TECNOLÓGICO

1. INTRODUCCIÓN



2. FUNDAMENTOS

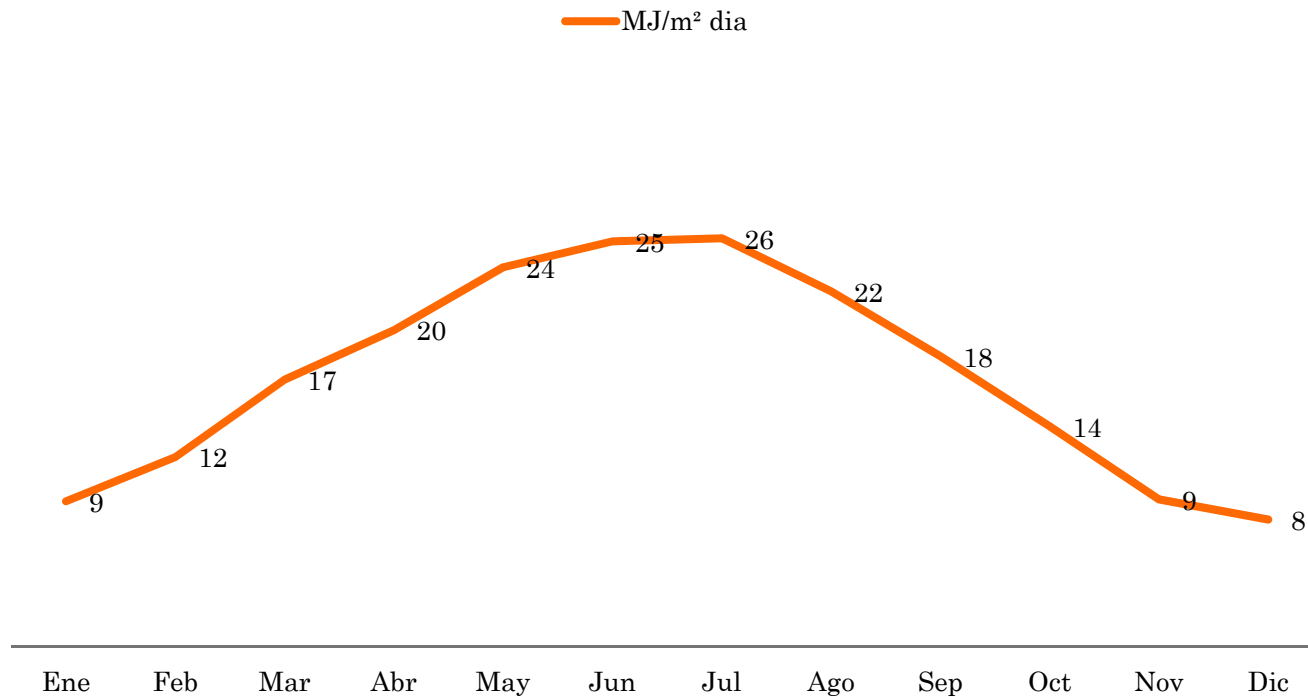
- LA ENERGÍA SOLAR
 - DISTRIBUCIÓN TEMPORAL
 - DISTRIBUCIÓN ESPACIAL
- DESARROLLO DE LA INDUSTRIA RELACIONADA CON LA ENERGÍA SOLAR
 - MODULOS
 - INVERSORES
 - VARIADORES
- FORMAS DE APROVECHAR LA ENERGÍA SOLAR
 - SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO
 - ENERGÍA POTENCIAL
- TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA HIDRÁULICA
 - SINCRONIZACIÓN DE SISTEMAS
 - COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO

2. FUNDAMENTOS

• LA ENERGÍA SOLAR

- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL
- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

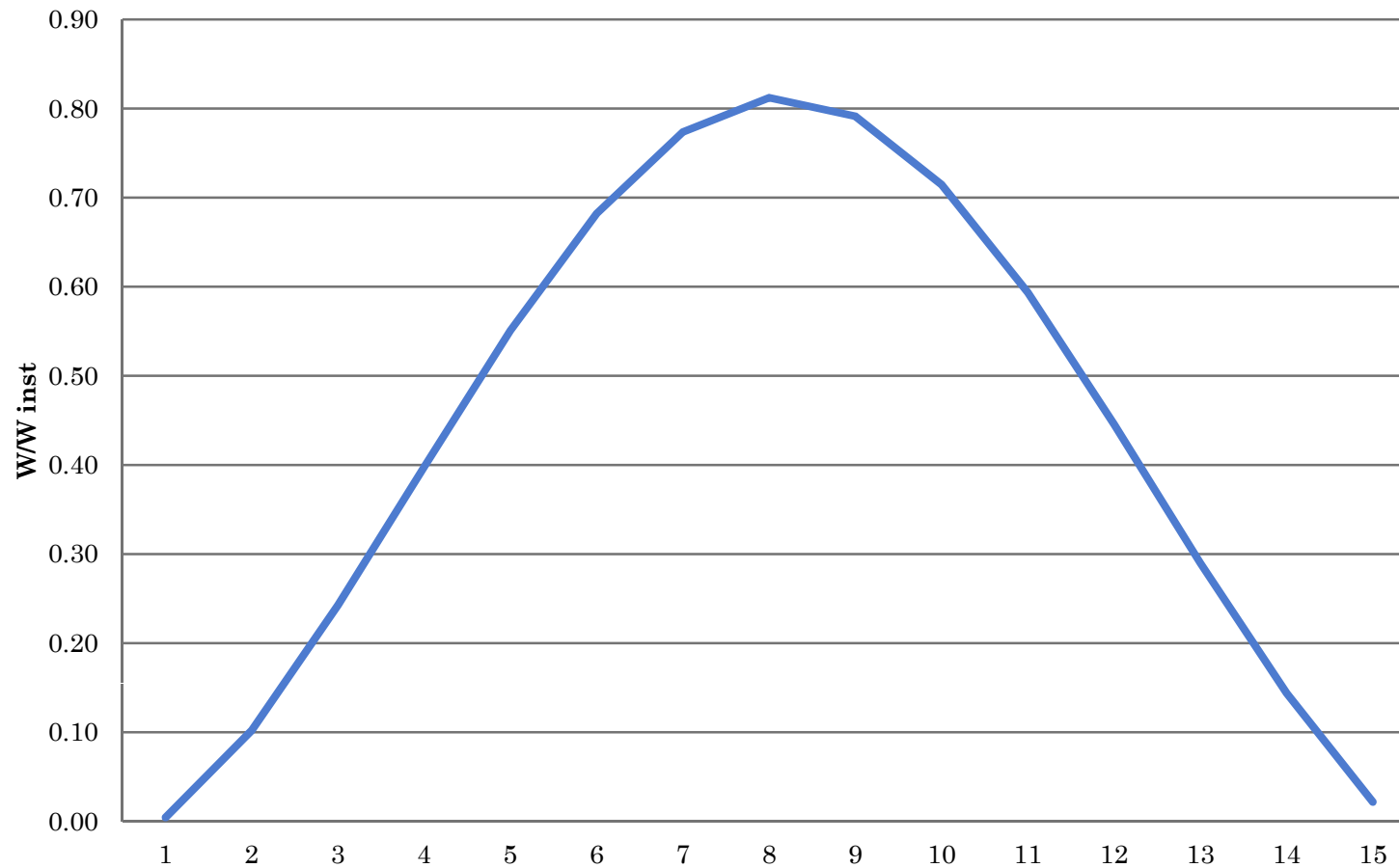
Distribución anual de la Radiación



2. FUNDAMENTOS

•LA ENERGÍA SOLAR

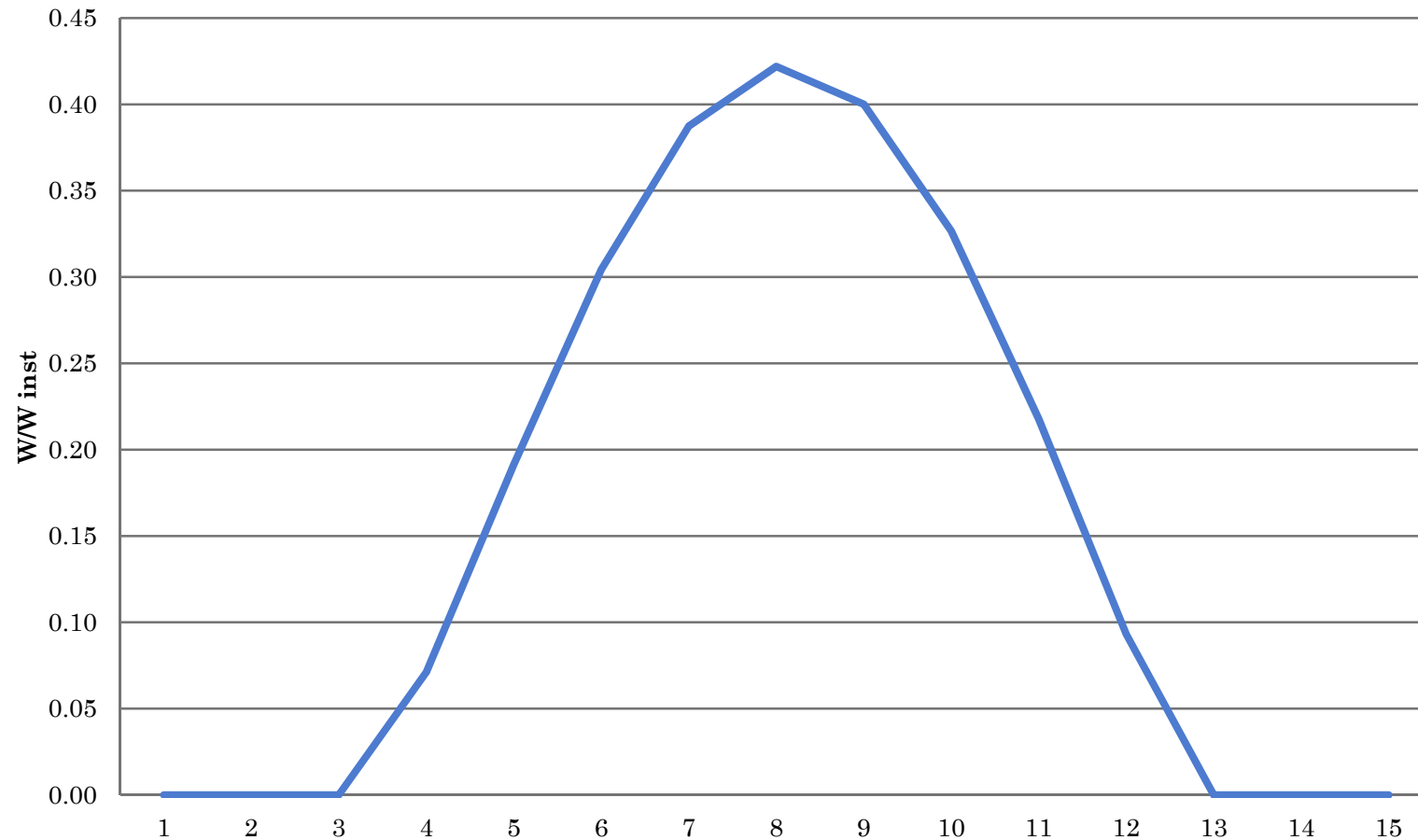
Distribución diaria radiación julio



2. FUNDAMENTOS

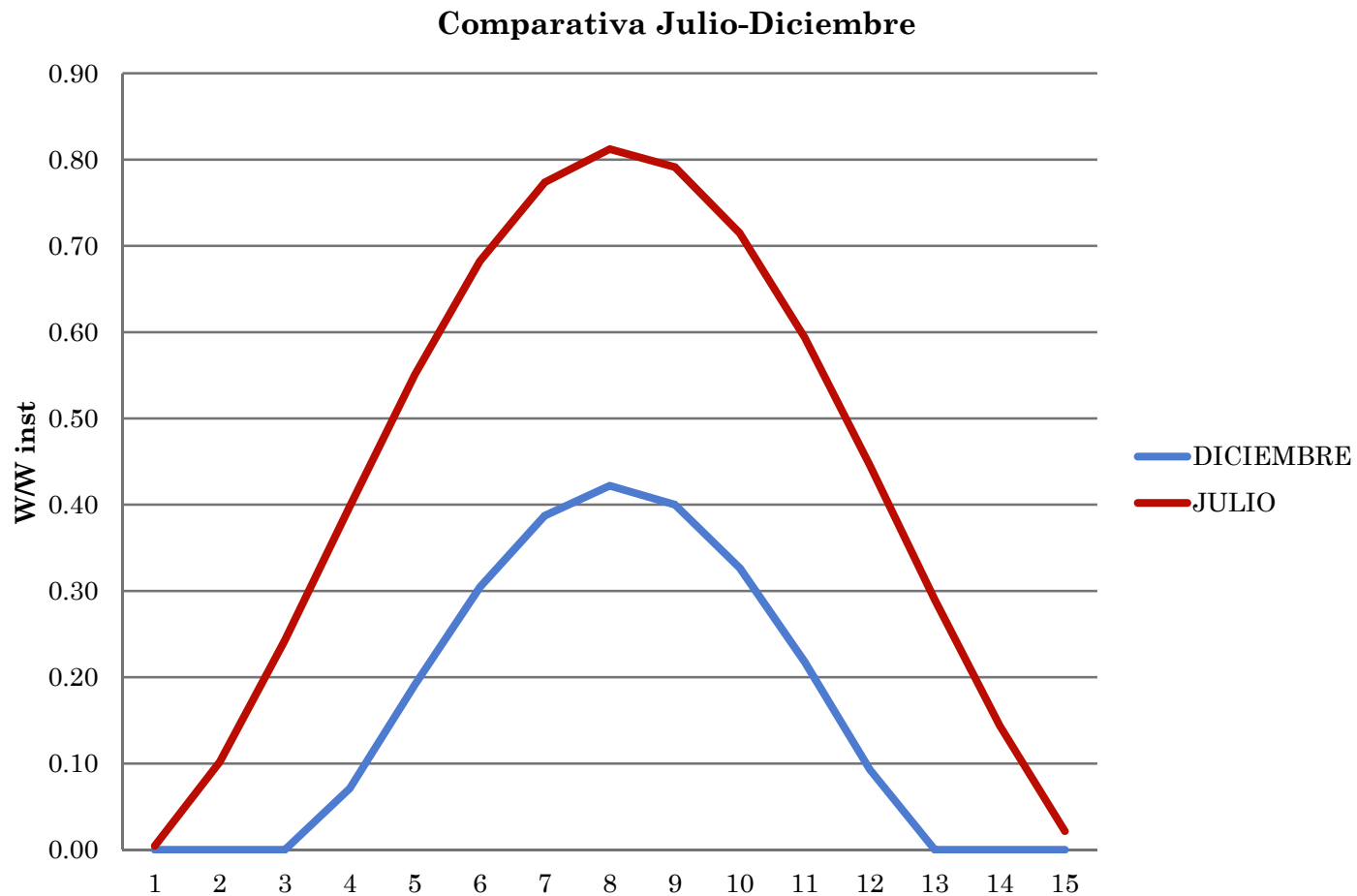
• LA ENERGÍA SOLAR

Distribución diaria radiación diciembre



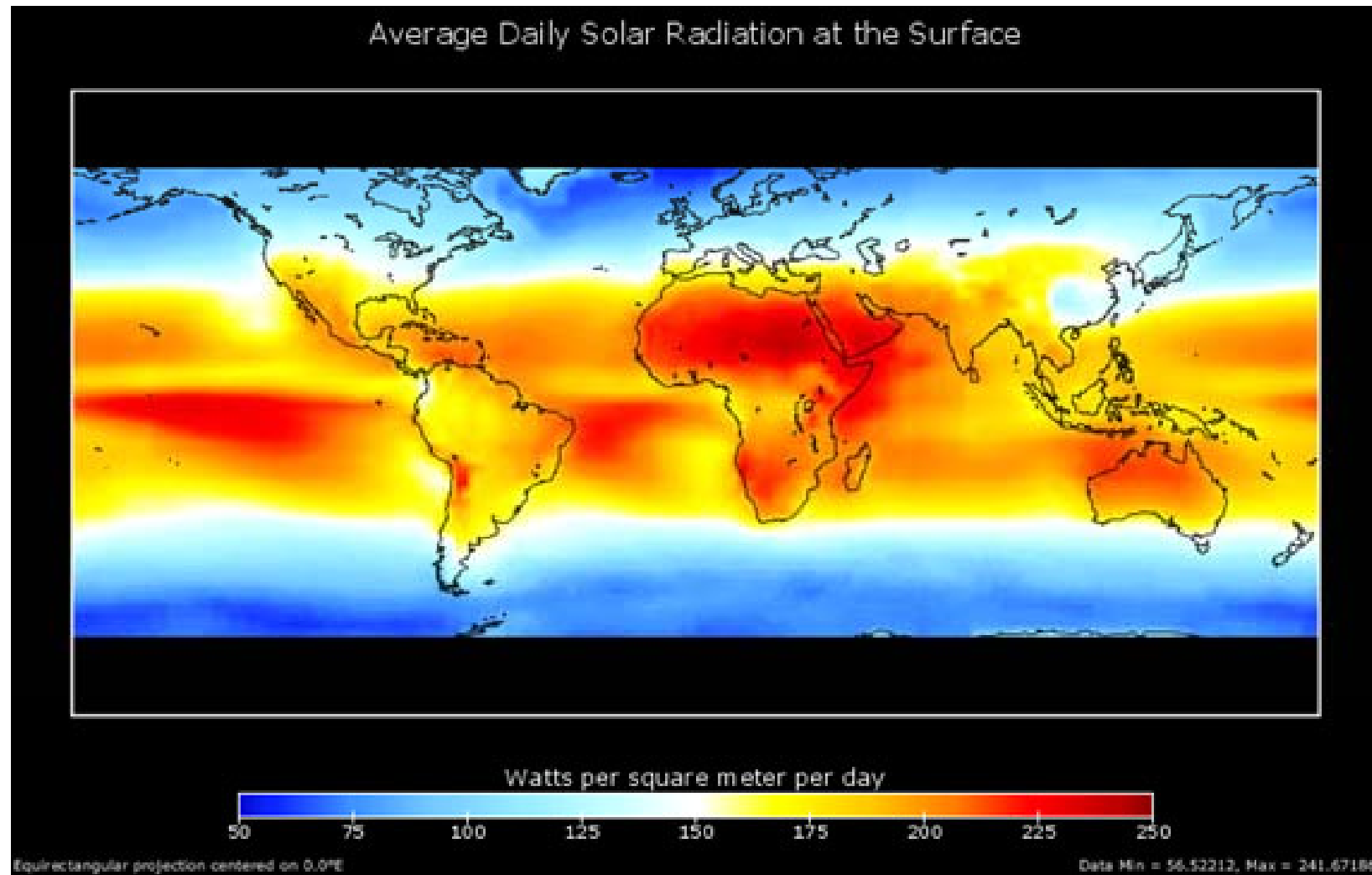
2. FUNDAMENTOS

• LA ENERGÍA SOLAR



2. FUNDAMENTOS

• LA ENERGÍA SOLAR



2. FUNDAMENTOS

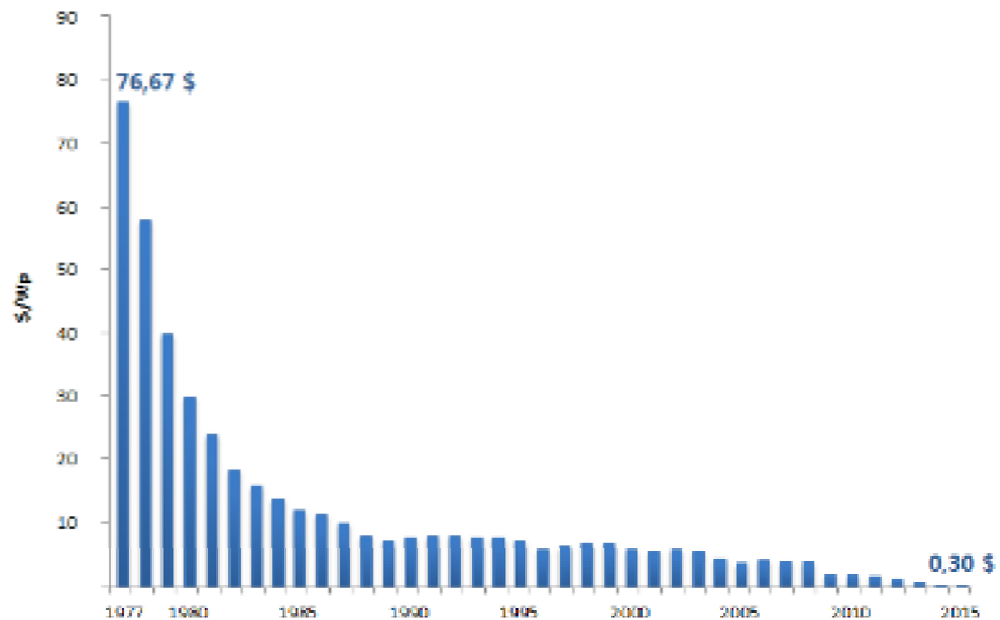
• LA ENERGÍA SOLAR

• DESARROLLO DE LA INDUSTRIA RELACIONADA CON LA ENERGÍA SOLAR

- MODULOS
- INVERSORES
- VARIADORES



Precio de las células fotovoltaicas de silicio cristalino (en \$/Wp)



Datos: Bloomberg New Energy Finance & PV Energy Trend

2. FUNDAMENTOS

•LA ENERGÍA SOLAR

•DESARROLLO DE LA INDUSTRIA RELACIONADA CON LA ENERGÍA SOLAR

- MODULOS:

PANELES CON CELDAS FORMADAS POR SEMICONDUCTORES QUE AL RECIBIR LA LUZ SOLAR PRODUCEN UNA CORRIENTE ELECTRICA SUSCEPTIBLE DE SER UTILIZADA. LA ENERGÍA SE MANIFIESTA COMO UNA CORRIENTE ELECTRICA CONTINUA. EL VOLTAJE ES RELATIVAMENTE CONSTANTE Y VARIA LA INTENSIDAD DE CORRIENTE

- INVERSORES:

MAQUINA ELECTRICA QUE TRANSFORMA LA CORRIENTE CONTÍNUA EN ALTERNA CON UNA TENSIÓN Y FRECUENCIA FIJA .

- VARIADORES:

MAQUINA ELECTRICA QUE TRANSFORMA LA CORRIENTE CONTÍNUA EN ALTERNA CON UNA TENSIÓN , INTENSIDAD Y FRECUENCIA VARIABLE.

2. FUNDAMENTOS

•LA ENERGÍA SOLAR

•DESARROLLO DE LA INDUSTRIA RELACIONADA CON LA ENERGÍA SOLAR

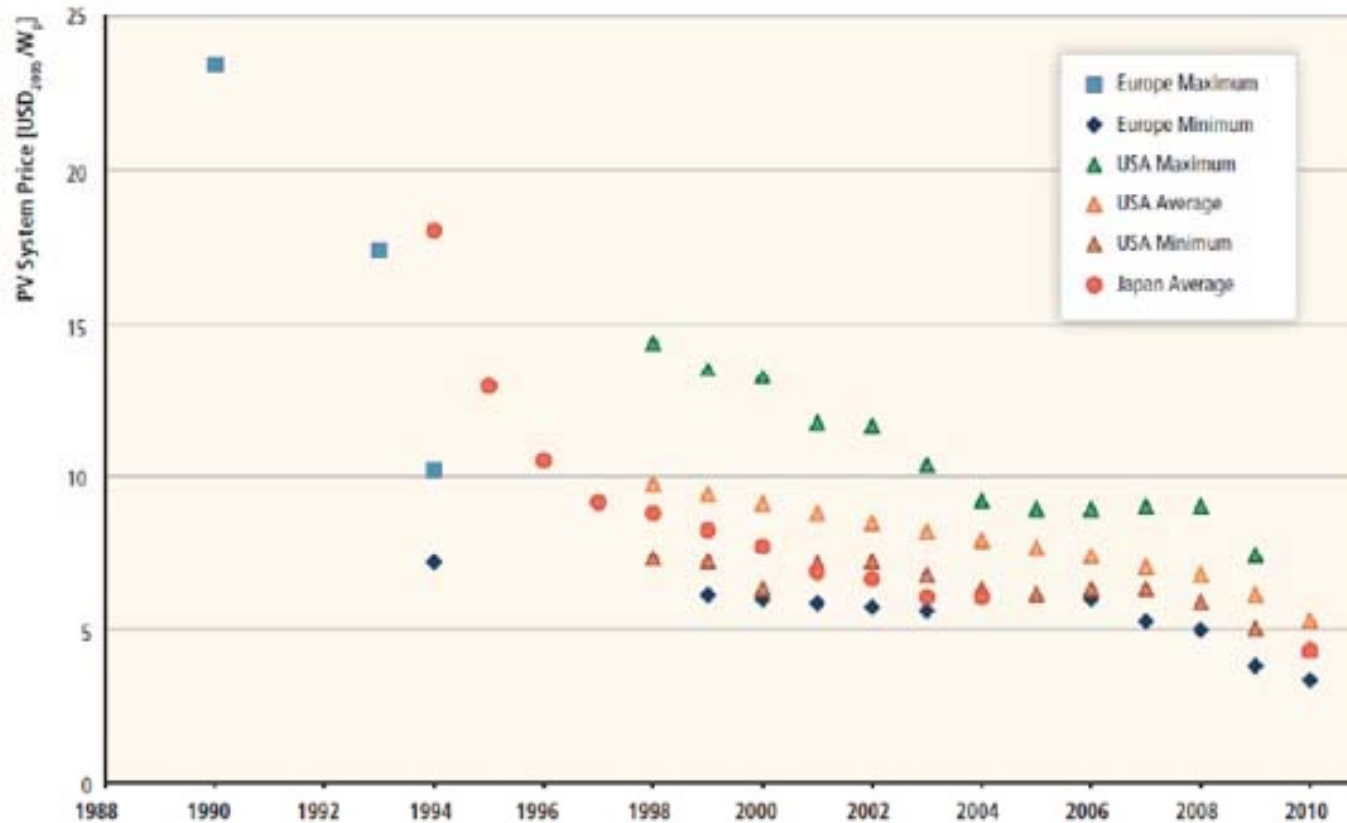


Figura 7.3.2 Costos de instalación de pequeños sistemas FV menores a 100kW
Fuente: IPCC, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2012).

2. FUNDAMENTOS

- LA ENERGÍA SOLAR
- DESARROLLO DE LA INDUSTRIA RELACIONADA CON LA ENERGÍA SOLAR



INVERSOR

VARIADOR

2. FUNDAMENTOS

- LA ENERGÍA SOLAR
- FORMAS DE APROVECHAR LA ENERGÍA SOLAR
 - SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO
 - ENERGÍA POTENCIAL



2. FUNDAMENTOS

- LA ENERGÍA SOLAR
- FORMAS DE APROVECHAR LA ENERGÍA SOLAR
 - SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO
 - ENERGÍA POTENCIAL



BATERÍAS

LITIO

GEL

SOLUCIÓN ÁCIDA



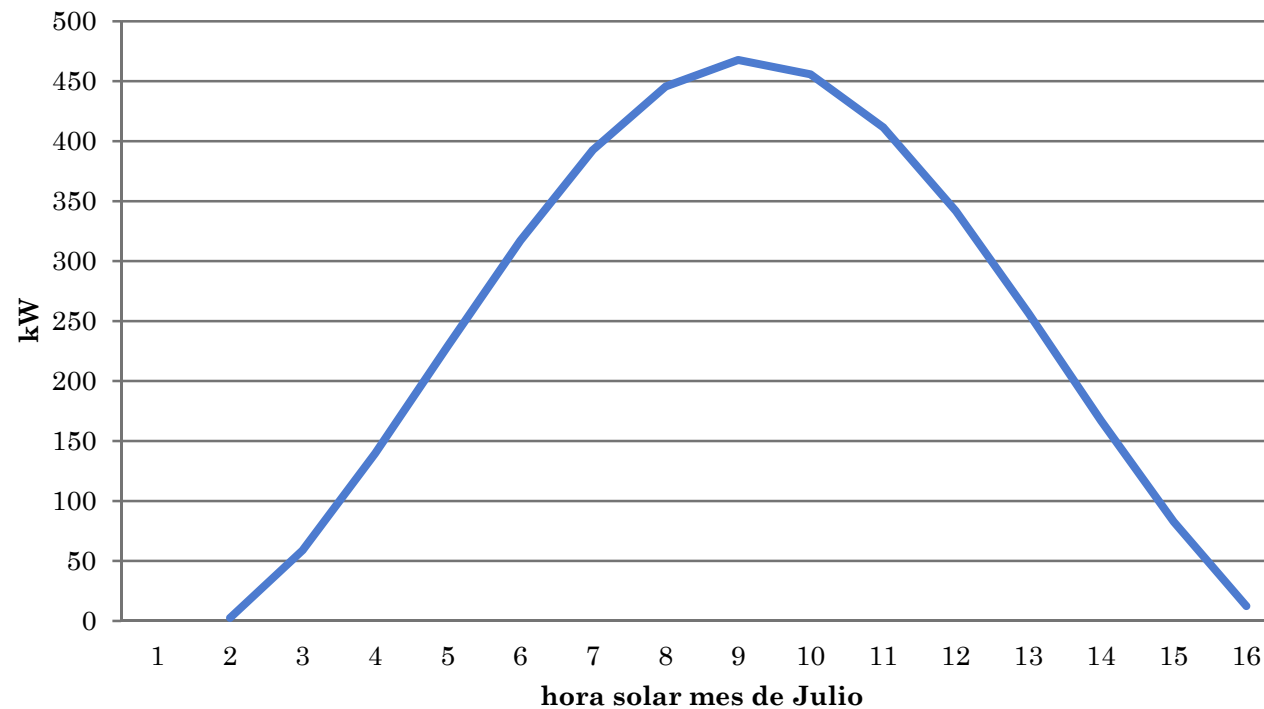
2. FUNDAMENTOS

• LA ENERGÍA SOLAR

• TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA HIDRÁULICA

- SINCRONIZACIÓN DE SISTEMAS
- COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO

Energía neta del campo solar



EJEMPLO INSTALACIÓN

COTA	182.5m
TOTAL Hf	273.2m
Bombas	2x175Kw
Campo Solar	576Kw

2. FUNDAMENTOS

- **LA ENERGÍA SOLAR**

- TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA HIDRÁULICA

- **SINCRONIZACIÓN DE SISTEMAS**

ES NECESARIO ACOPLAR LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LA BOMBA HIDRÁULICA A LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR DURANTE EL DIA.

- **COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO**

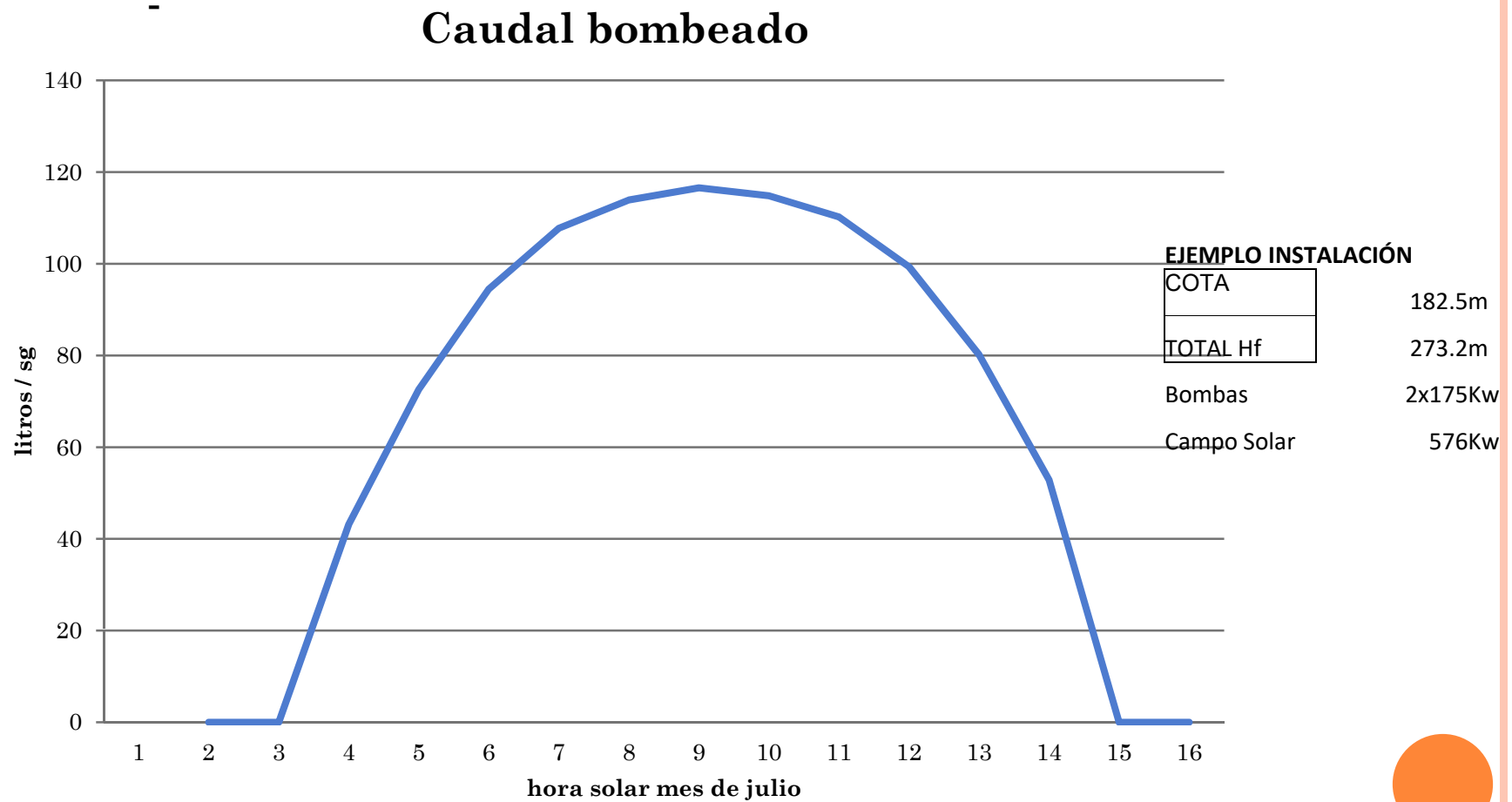
LA CAPACIDAD DE BOMBLEAR AGUA DEBE ADAPTARSE A LA VARIACIÓN DE LA ENERGÍA QUE PRODUCE EL CAMPO SOLAR A LO LARGO DEL DIA Y DEL AÑO. DE ESTA CAPACIDAD, QUE DEPENDE DEL TIPO Y MOTOR DE LA BOMBA, SE OBTENDRÁ MAYOR O MENOR CAUDAL BOMBEADO. LA BOMBA DEBE SER CAPAZ DE TRABAJAR EN UN RANGO AMPLIO DE POTENCIAS



2. FUNDAMENTOS

•LA ENERGÍA SOLAR

•TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA HIDRÁULICA



2. FUNDAMENTOS

•LA ENERGÍA SOLAR

•TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA HIDRÁULICA

-

•PARA EVALUAR EL CAUDAL BOMBEADO ES NECESARIO CONOCER LA CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA A DIFERENTES FRECUENCIAS Y VER SU PUNTO DE CORTE CON LA CURVA CARACTERÍSTICA DE LA INSTALACIÓN.

•LA FRECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO EN HZ O RPM ESTA DIRECTAMENTE RELACIONADA CON LA ENERGÍA RECIBIDA, QUE A SU VEZ ES PRODUCIDA POR EL CAMPO SOLAR

•LA CAPACIDAD DE BOMBLEAR A DISTINTAS FRECUENCIAS ES LA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA DEL EQUIPO DE BOMBEO A TENER EN CONSIDERACIÓN

•PARA ESTE TIPO DE BOMBEO SON MUY ADECUADAS LAS BOMBAS MULTIETAPA

3. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

- MODULO SOLAR
 - CARACTERÍSTICAS
 - CONFIGURACIÓN
 - CALIDADES
- INVERSORES
 - FUNCIONAMIENTO
 - TIPOLOGIAS
 - CALIDADES
- VARIADORES
 - FUNCIONAMIENTO
 - TIPOLOGIAS
 - CALIDADES

3. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

•MODULO SOLAR

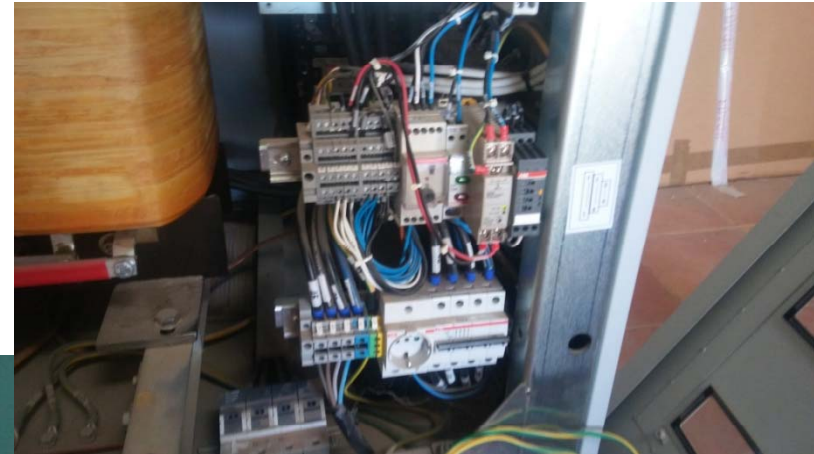
- CARACTERÍSTICAS: TENSION, INTENSIDAD Y POTENCIA
- CONFIGURACIÓN: ADECUADA AL VARIADOR O INVERSOR
- CALIDADES: SELLOS INTERNACIONALES (P.J. TÜV, IEC, ETC)



3. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

•INVERSORES

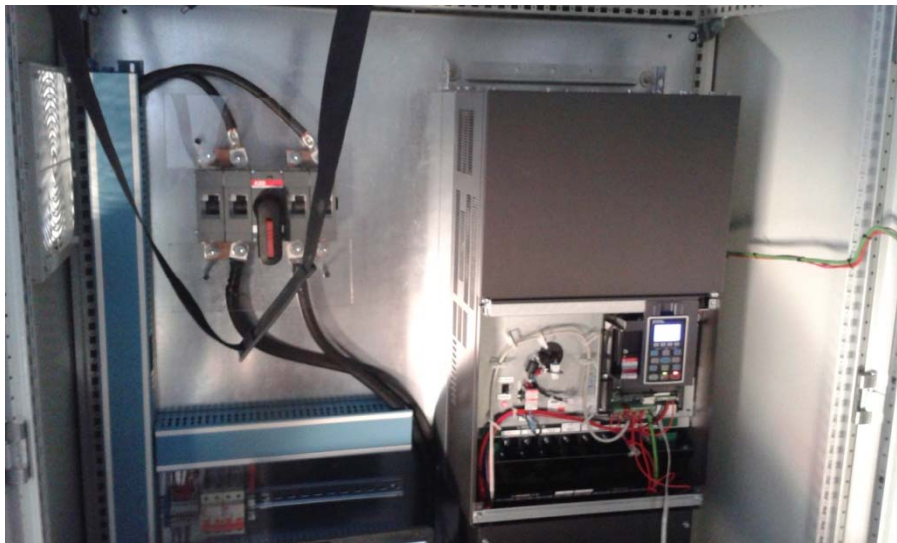
- FUNCIONAMIENTO. RANGO TENSIONES
- TIPOLOGIAS: CON O SIN TRANSFORMADOR
- CALIDADES: SELLOS INTERNACIONALES
(P.J. TÜV, IEC, ETC)



3. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

•VARIADORES

- FUNCIONAMIENTO. RANGO TENSIONES
- TIPOLOGIAS: REGENERATIVOS, DIRECTOS
- CALIDADES:SELLOS INTERNACIONALES
(P.J. TÜV, IEC, ETC)



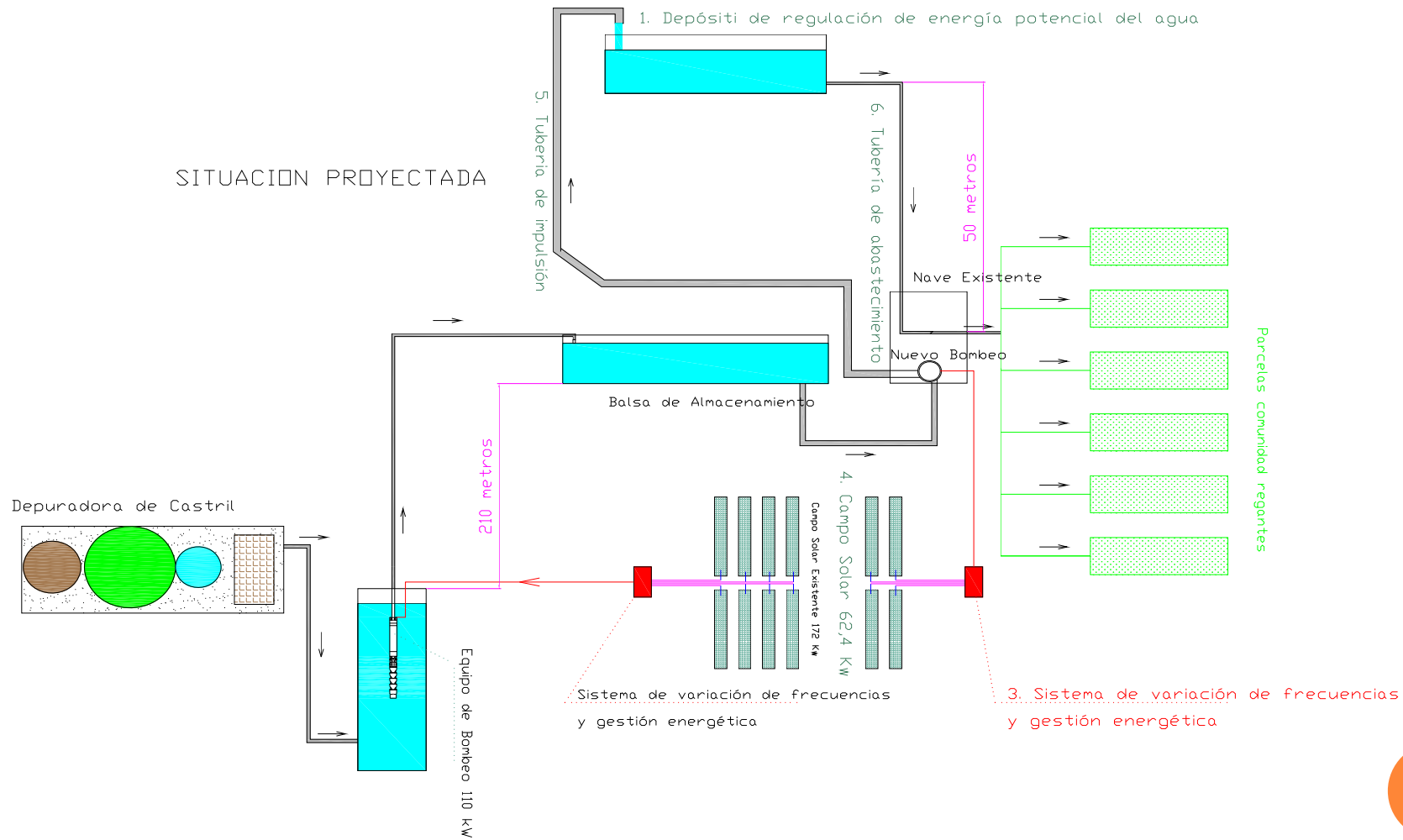
4. TIPOS DE BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR

- ESQUEMA GENERAL DE UN BOMBEO SOLAR
- BOMBEO CON TOMAS DE ASPIRACIÓN
 - CARACTERÍSTICAS
 - DISEÑO
 - SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO
- BOMBEO CON BOMBAS SUMERGIDAS
 - CARACTERÍSTICAS
 - DISEÑO
 - SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO
- BOMBEO CON TOMAS SUMERGIDAS Y VERTICALES
 - CARACTERÍSTICAS
 - DISEÑO
 - SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO
- REBOMBEO



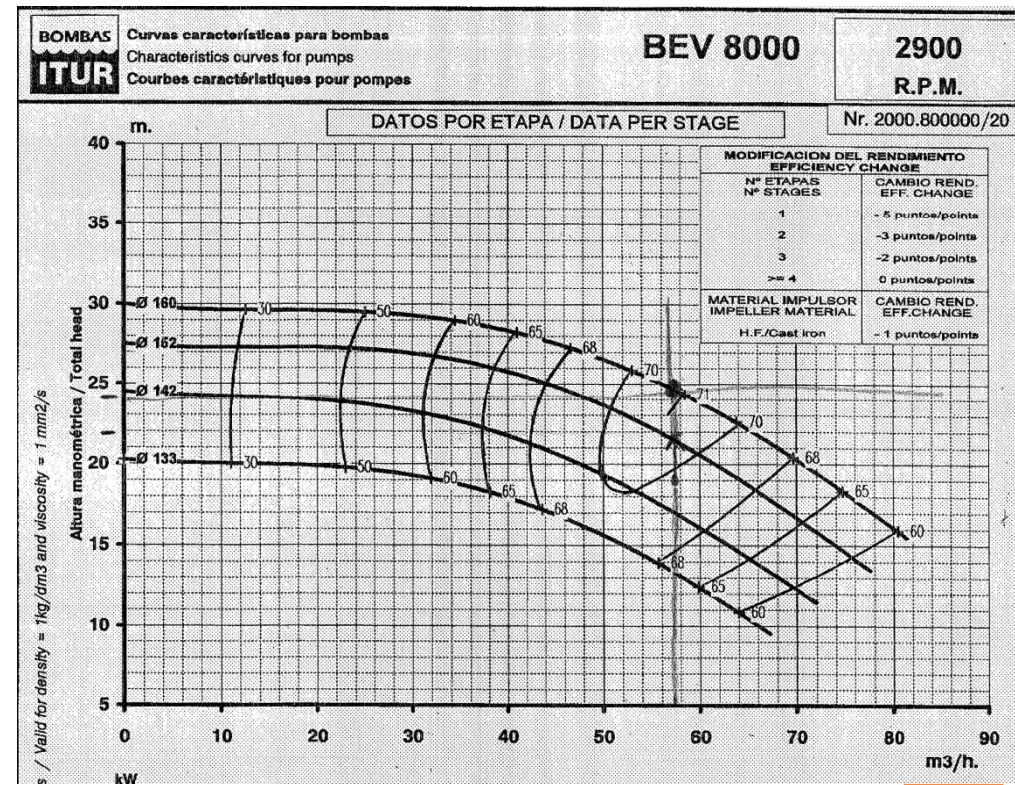
4. TIPOS DE BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR

•ESQUEMA GENERAL DE UN BOMBEO SOLAR



4. TIPOS DE BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR

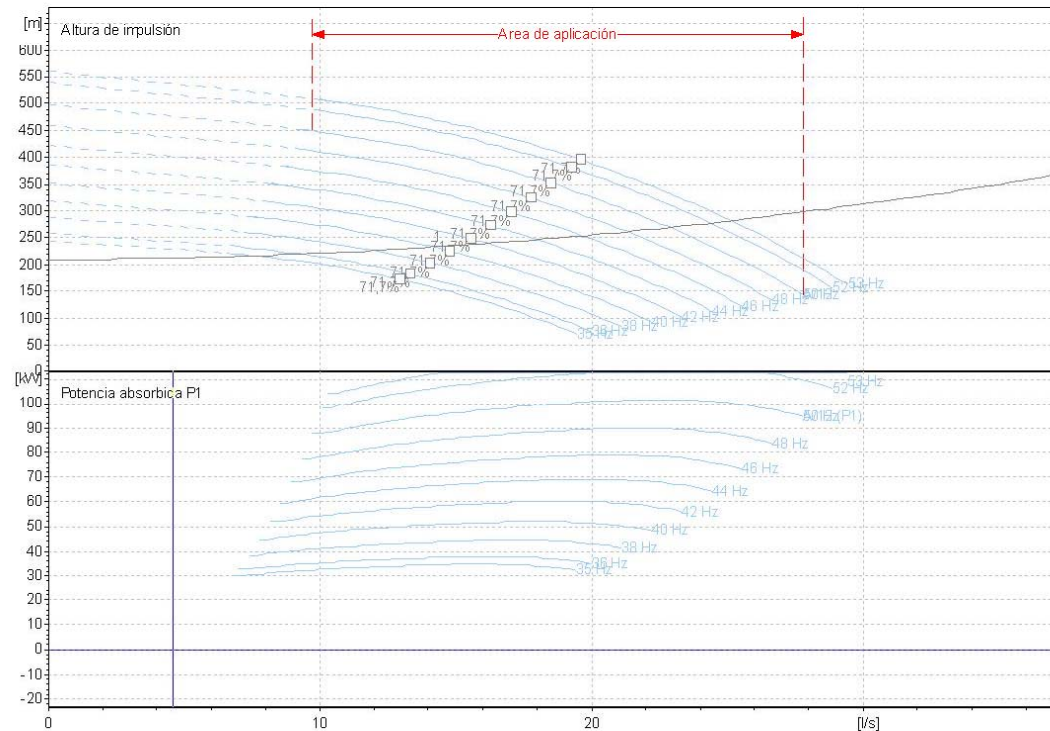
- BOMBEO CON TOMAS DE ASPIRACIÓN
- CARACTERÍSTICAS
- DISEÑO
- SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO



4. TIPOS DE BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR

• BOMBEO CON BOMBAS SUMERGIDAS

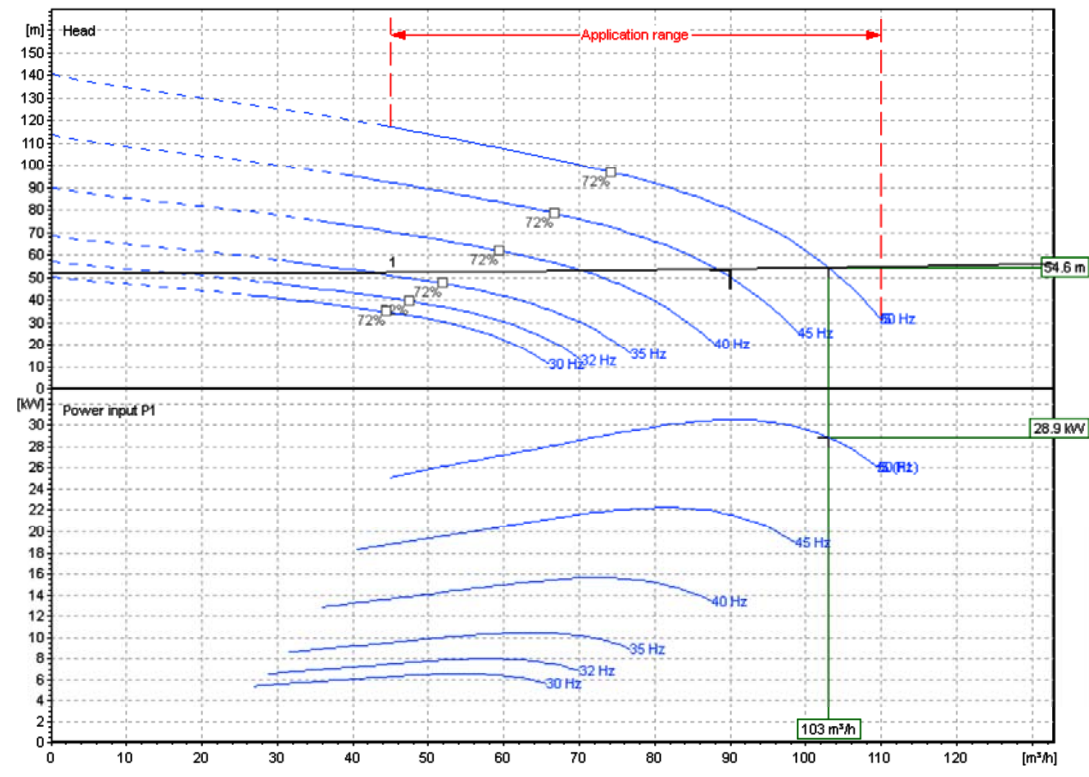
- CARACTERÍSTICAS
- DISEÑO
- SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO



4. TIPOS DE BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR

• BOMBEO CON TOMAS SUMERGIDAS Y VERTICALES

- CARACTERÍSTICAS
- DISEÑO
- SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO



4. TIPOS DE BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR



5. BOMBEO CON OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES

- BOMBEO CON ENERGÍA EÓLICA

- BOMBEO MECÁNICOS: UN EJE DE MATERIALES ESPECIALES DE HASTA 200 M, ACCIONA UNA BOMBA DE PISTON QUE SE ENCUENTRA EN LA COTA MÁS BAJA

- BOMBEO ELÉCTRICOS: COMO EL SOLAR PERO LA ENERGÍA PROVIENE DE UN MOLINO QUE ACCIONA UN ALTERNADOR

- BOMBEO MIXTOS EÓLICA-SOLAR

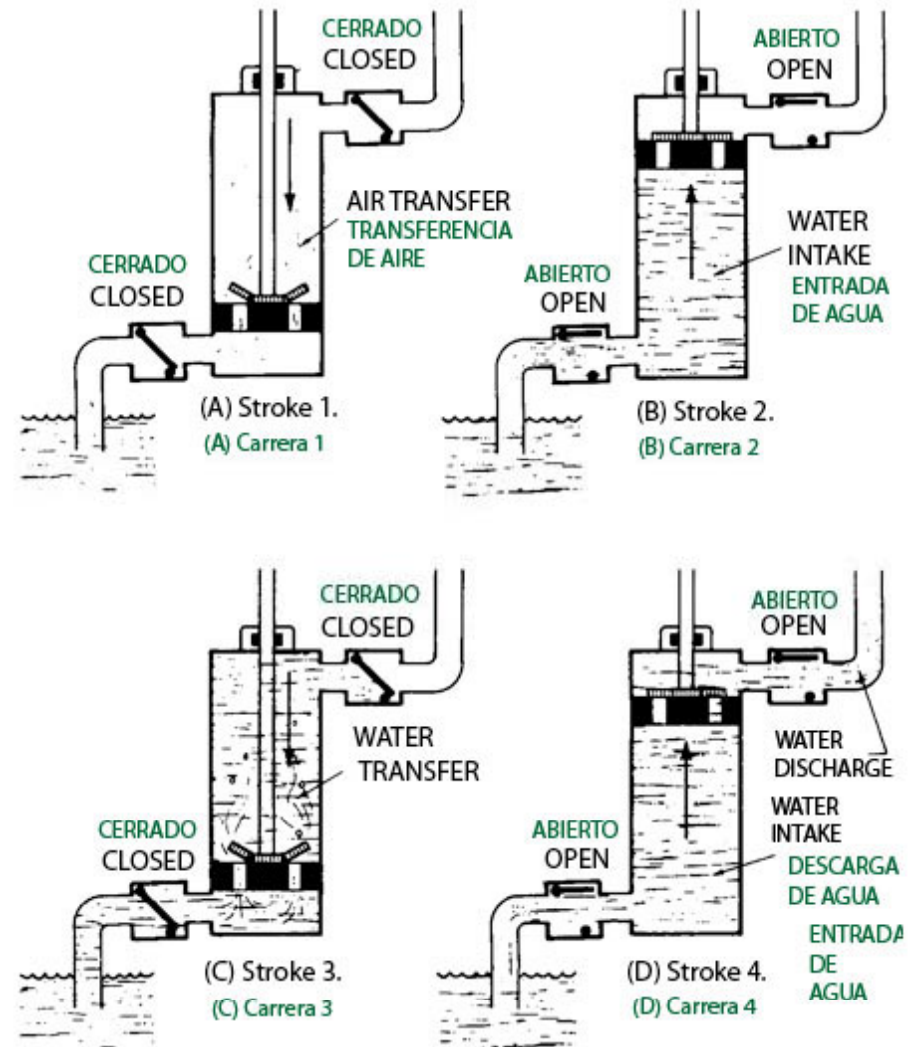
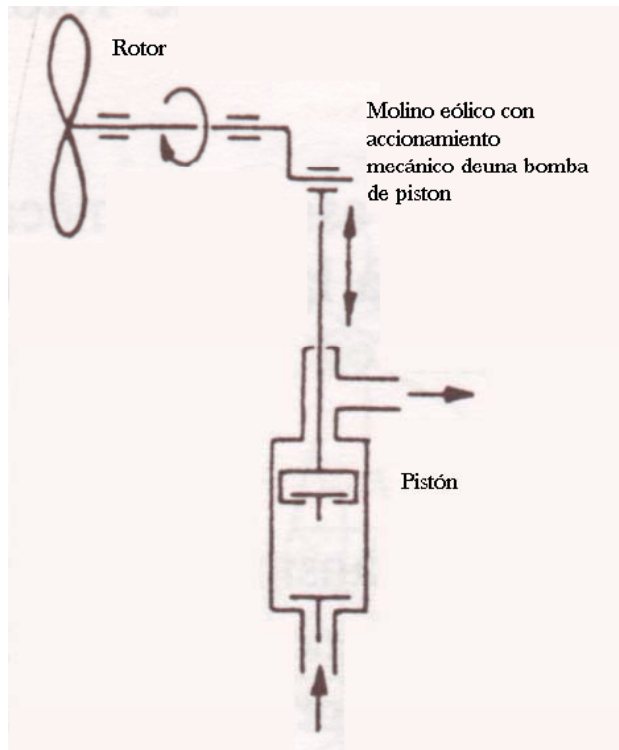
- BOMBEO MECÁNICOS-ELÉCTRICOS

- BOMBEO ELÉCTRICOS

5. BOMBEO CON OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES

• BOMBEO CON ENERGÍA EÓLICA

- BOMBEO MECÁNICO
- BOMBEO ELÉCTRICO

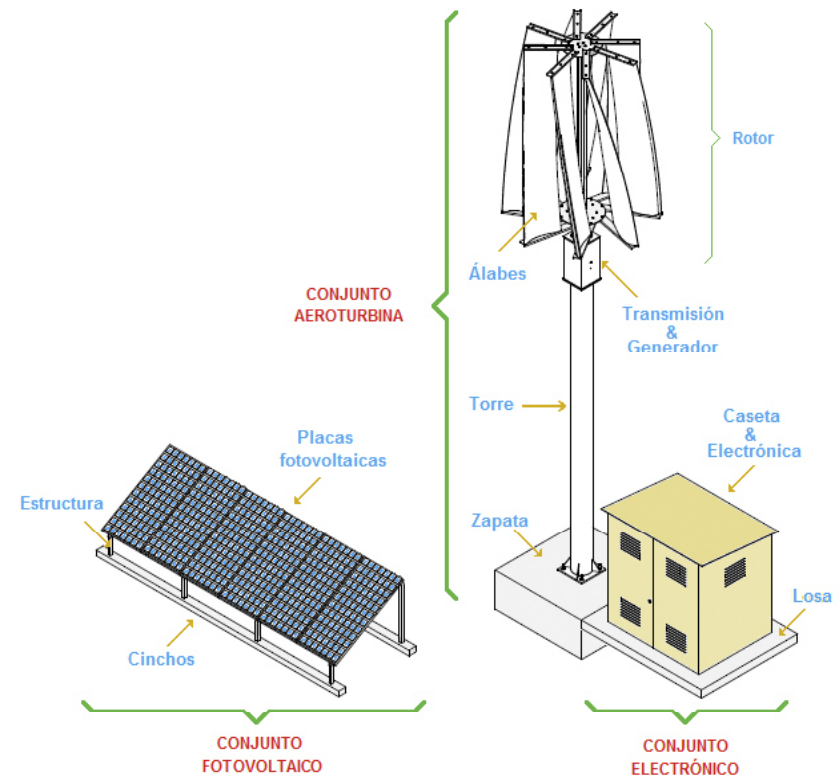


5. BOMBEO CON OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES

• BOMBEO MIXTO EÓLICA-SOLAR

- BOMBEO MECÁNICO-
ELÉCTRICO

- BOMBEO ELÉCTRICO



6. EJEMPLOS DE BOMBEO SOLARES

FICHA TÉCNICA

Comunidad de regantes de la Loma de Las Vacas

Horas de servicio: 2,640

Bombeo de agua al año: 198,264 m³

Potencia consumida anual: 235,133 kWh



6. EJEMPLOS DE BOMBEO SOLARES

FICHA TÉCNICA

Caudal máximo: 24 l/sg

Caudal mínimo: 7 l/sg

Superficie regada: 750.000 m²

Altura manométrica total: 319 metros

Agricultores beneficiados: 25

Principales cultivos: Olivos y Almendros



6. EJEMPLOS DE BOMBEO SOLARES

SITUACION INICIAL

El sistema de riego contaba con dos estaciones de bombeo, sistema de impulsión con bombas centrífugas de **100 kW y 30 kW**, balsa de regulación de **24.000 m³**, y equipo de filtrado a la salida del depósito. Cuenta con red de tuberías principales y secundarias, con sectorización de riegos, siendo el riego en parcela mediante goteo



6. EJEMPLOS DE BOMBEO SOLARES

SITUACION ACTUAL

- Instalación solar fotovoltaica para el suministro energético de 195 Kw. Eliminación costes energéticos con desconexión total de la red comercial
- Instalación de un depósito extra para riego a la demanda y almacenaje de energía potencial del agua
- Bomba principal de 110 kW y de rebombeo de 30 kW



6. EJEMPLOS DE BOMBEO SOLARES

Evaluación del sistema

- Para evaluar el sistema se han medido las prestaciones de varias instalaciones semejantes y en funcionamiento cercanas al prototipo construido
- La eficiencia de cada instalación, se ha calculado con la energía potencial del volumen de agua bombeado dividiendo entre la energía que llega al variador de frecuencias de la instalación.
- La eficiencia media de las instalaciones evaluadas es del 27%, con una eficiencia del prototipo de ejemplo cercana al 36%.



6. EJEMPLOS DE BOMBEO SOLARES

Localidad	Hués-car	Baza	Castillé-jar	Castri-l	C. Cá-mara	Castillé-jar	Hués-car	Castri-l	Prototipo A	Prototipo B	
Potencia Solar	42.6	6.0	11.6	5.7	11.0	17.3	8.5	170	160	35.0	Kw
Potencia Bombeo	28.0	3.0	5.6	3.0	5.6	11.3	5.6	120	110	30.0	Kw
Altura M.	190.0	30.0	110.0	70.0	80.0	120.0	65.0	260	265	54	m
Caudal m³/dia	8.0	4.5	3.0	3.5	4.0	3.8	4.0	22	22	25	l/s
E. Potencial	92.1	10.6	24.3	11.4	23.5	33.1	16.8	382	428	92	kWh
C. Solar	319.5	45.0	87.0	42.5	82.5	129.6	63.8	1275	1200	262	kWh
Eficiencia	28%	23%	27%	26%	28%	25%	26%	30%	35%	35%	

6. EJEMPLOS DE BOMBEO SOLARES

COMUNIDAD DE REGANTES EL PORTILLO. CASTRIL PROYECTO ZONA REGABLE



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- SUPERFICIE DE RIEGO; 1.885 has
- CONCESIÓN DE AGUAS; 2,9 Hm³
- VOLUMEN BALSAS REGULACIÓN; 0,65 Hm³
 - CULTIVOS;
 - ALMENDRO; 55%
 - OLIVAR; 45%

○ ZONA ALMONTARAS

Superficie regada; 1.123 has
Concesión de aguas; 1,8 Hm³
Origen; Embalse Portillo
Volumen balsa; 0,45 Hm³

○ ZONA CAMPOCEBAS

Superficie regada; 762 has
Concesión de aguas; 1,12 Hm³
Origen; Embalse Portillo
Volumen balsa; 0,2 Hm³

CARACTERÍSTICAS BOMBEO SOLAR

- POTENCIA CAMPO SOLAR; 5.100 kW
- POTENCIA BOMBAS INSTALADAS; 3.240 kW
- MÁXIMA ALTURA DE BOMBEO; 408 m
- CAUDAL MÁXIMO; 567 litros/seg

○ ZONA ALMONTARAS

Potencia Campo solar; 3.000 kW

Potencia bombas; 2.066 Kw

Energía producida; 4.788 MWh

Caudal bombeo; 378 l/s

Impulsión;

- Longitud; 4.809 m
- Diámetro; Ø 508 mm

○ ZONA CAMPOCEBAS

Potencia Campo solar; 2.100 kW

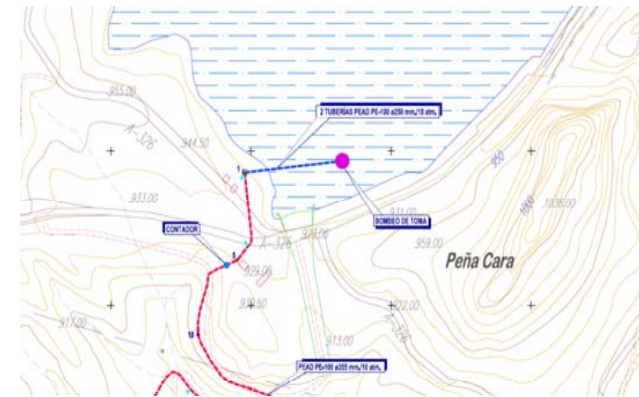
Potencia bombas; 1.174 kW

Energía producida; 3.277 MWh

Caudal bombeo; 189 l/s

Impulsión;

- Longitud; 3.160 m
- Diámetro; Ø 457 mm



EJEMPLO BOMBEO SOLAR Y OTROS PROYECTOS

- CANAL YOU TUBE: PROTOGES INGENIERIA

