Ministerio de
Energía
Gobierno de Chile

CNR
Ministerio de
Agricultura
Gobierno de Chile

Energías renovables con aplicación en riego

Convenio Comisión Nacional de Riego–Ministerio de Energía

28.10.2020

Contenidos

- Aplicación de Energías Renovables en el sector agrícola
- Generación distribuida y proyectos de propiedad conjunta
- Ejemplos de proyectos
- Eficiencia energética
- Material disponible

RENOVABLES EN AGRICULTURA CHILE

- **Mejorar la competitividad.**
- Sistemas productivos más resilientes al mercado y sus variaciones.
- **Lograr autoconsumo, descentralización y la GD.**
- Mejora en calidad de vida (mejora en la calidad del servicio)

- **Disminuir costos de electricidad, 15% del costo productivo.**
- Disminuir la dependencia de la agricultura respecto de los combustibles fósiles.
- **Bajo o nulo consumo del recurso agua, en generación.**

RENOVABLES EN AGRICULTURA CHILE

Sistemas Fotovoltaicos.
(bajo 300 kW de capacidad)

Deben ser:
- Accesible
- Adquirible
- Simple

Microcentrales hidroeléctricas
(bajo 300 kW de capacidad)

Sistemas Fotovoltaicos

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

¿QUÉ ES UN SISTEMA FOTOVOLTAICO?

Son aquellas instalaciones que aprovechan la irradiación solar (también llamada radiación solar) para su conversión directa en energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos, compuesto por celdas fotovoltaicas. La irradiación solar es la cantidad de energía que llega a una unidad de superficie en un determinado período de tiempo (Wh/m² ó KWh/m² ó cal/m²).

FOTO → LUZ VOLTAICO → ELECTRICIDAD

Para la captura de la irradiación solar, se utilizan celdas fotovoltaicas (o celdas solares) los que pueden ser del tipo:

- Silicio cristalino (este puede ser monocristalino o policristalino).
- Multicapa.
- Película delgada (Silicio Amorfo, Teluro de Cadmio, Selenuro de Cobre-Indio, o de Cobre-Indio-Galio).

ORIENTACION DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

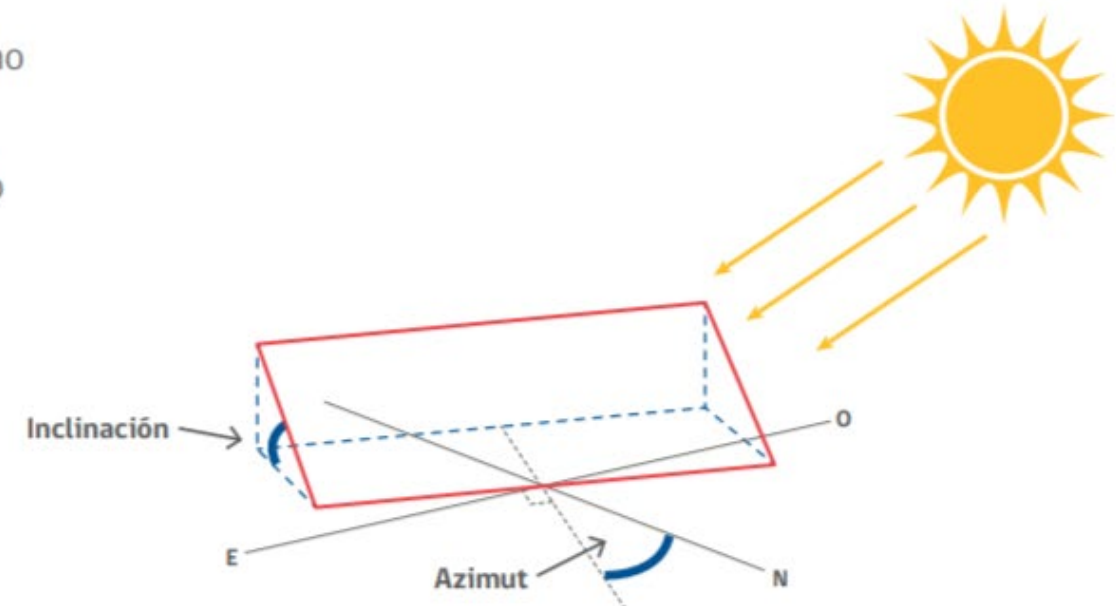
POSICIÓN DE LOS MÓDULOS

La inclinación y la orientación de los módulos fotovoltaicos son relevantes para el buen desempeño del proyecto.

- **Inclinación:** Es el ángulo con respecto al plano horizontal que tiene el panel fotovoltaico.
- **Orientación:** Corresponde al Azimut o ángulo con respecto al norte.

Ajustes recomendados en Punta Arenas
Ángulo de inclinación: 42°
Azimut: 0°

Ajustes óptimos en Arica
Ángulo de inclinación: 21°
Azimut: -40°

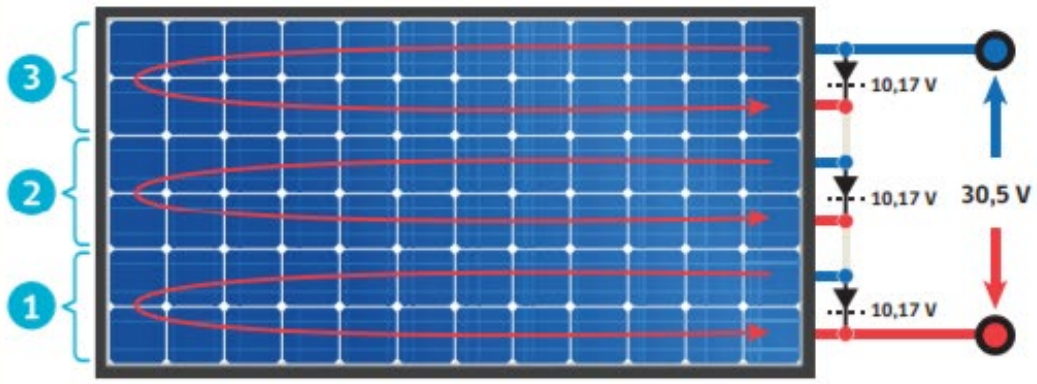


IMPORTANTE:
Los paneles no deben tener sombras sobre ellos ya que se generan puntos calientes que queman los paneles y aumentan la resistencia reduciendo considerablemente la generación de energía eléctrica. El crecimiento de plantas, árboles, postes, cercos, entre otros son elementos que deben ser acondicionados para evitar las sobras sobre los paneles.

TECNOLOGÍA

Las celdas de silicio policristalino, son las más utilizadas comercialmente ya sea en uso doméstico en pequeña escala desconectadas de la red como en grandes parques fotovoltaicos conectados a la red.

- Un 80% de la potencia instalada en el mundo son módulos de silicio mono o policristalino.
- Tecnología madura.
- Altas eficiencias (14-18%).
- Su potencia disminuye con la temperatura.



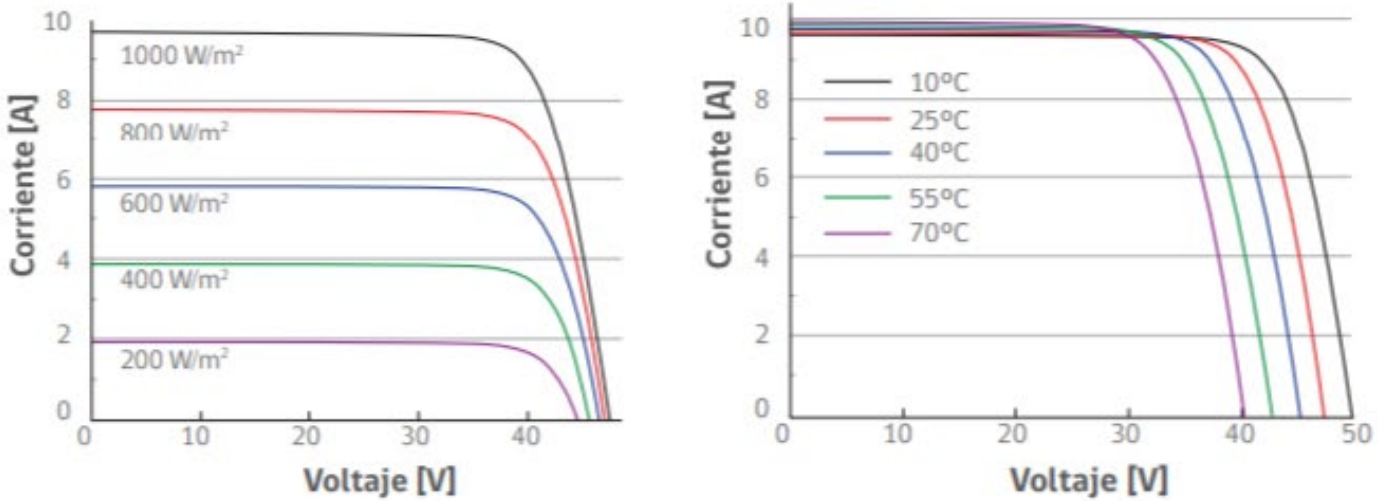
A modo de ejemplo: Un panel fotovoltaico posee las siguientes características:

- **Potencia:** 270 (W)
- **Voltaje:** 30 (V)
- **Corriente:** 9 (A)

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL FOTOVOLTAICO

Para poder estimar el potencial de un sistema fotovoltaico se debe realizar el producto entre el voltaje y la corriente.

$$P = V*I$$



Lo anterior indica que la corriente disminuye a medida que hay una disminución de irradiancia. Además, a mayor temperatura, hay una disminución del voltaje.

Donde:

P: Potencia eléctrica en [W]

V: Tensión o Voltaje [V]

I: Corriente, en [A]

*** Los valores de corriente y de voltaje se calculan de acuerdo con las condiciones ambientales, a partir de las curvas entregadas por el fabricante con respecto a la variación de V e I con la temperatura e irradiancia.**

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

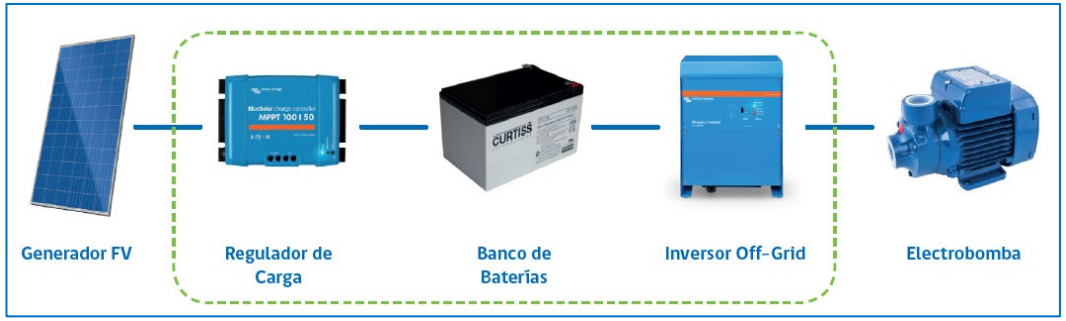
TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CON APLICACIÓN EN RIEGO

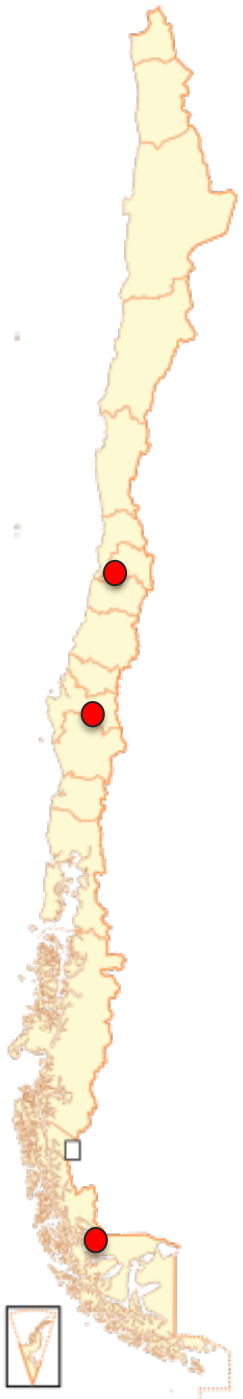
Tipos de sistemas fotovoltaicos (SFV)

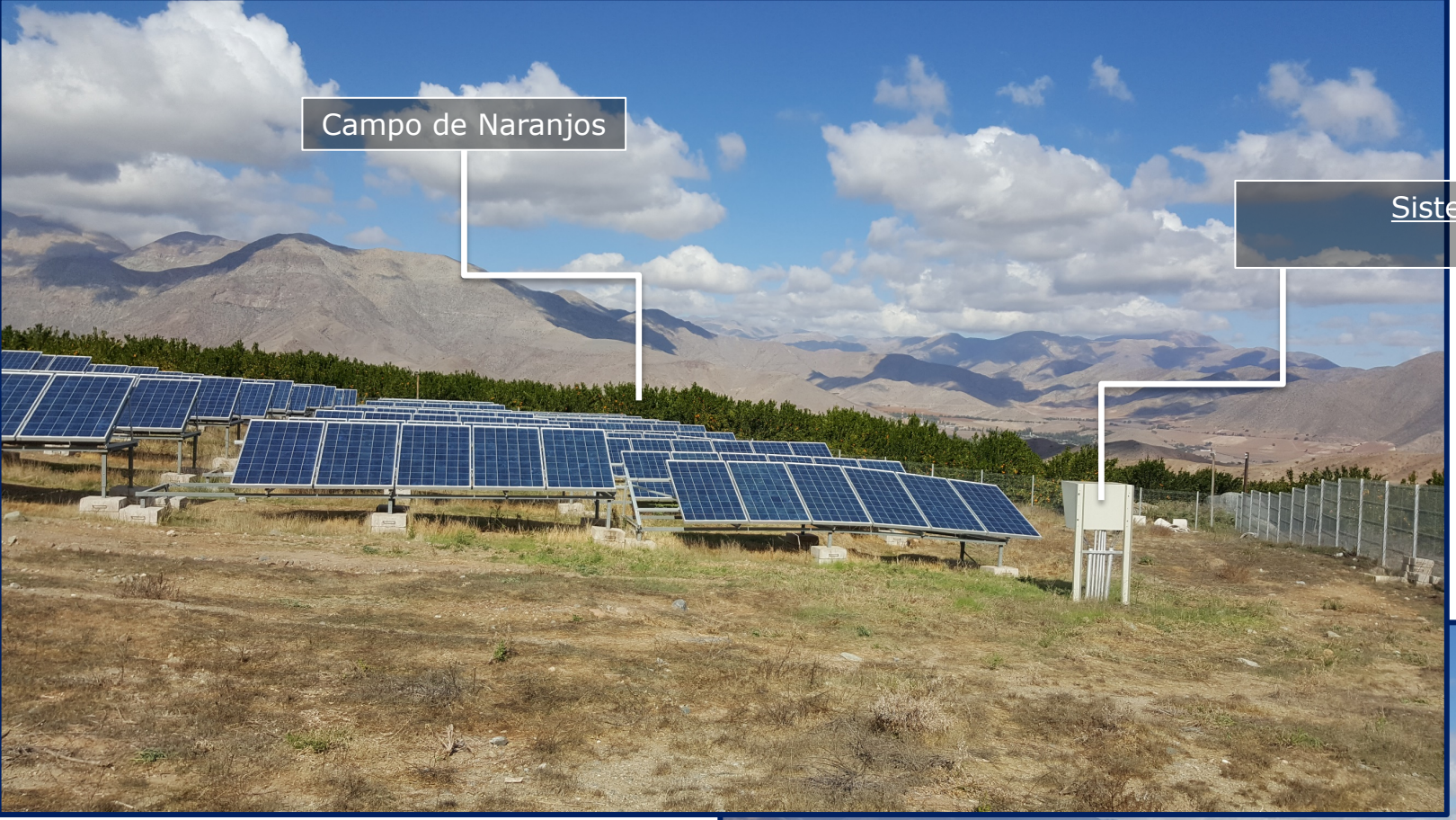
- **Conectado a la red** → SFV acogido a la Ley de Generación Distribuida. Se utiliza para el autoconsumo del equipo de riego.
- **Bombeo solar** → El SFV suministra energía directamente a una electrobomba ya sea de corriente continua o alterna. Se utiliza para riego directo o acumulación de aguas.
- **Aislado de la red con baterias** → SFV sin acceso a la red eléctrica y se caracterizan por contemplar en su instalación baterías como respaldo de energía eléctrica.

Potencial Solar Fotovoltaico en Chile
1.640.128 MW

(Fuente: Energías renovables en Chile 2012)





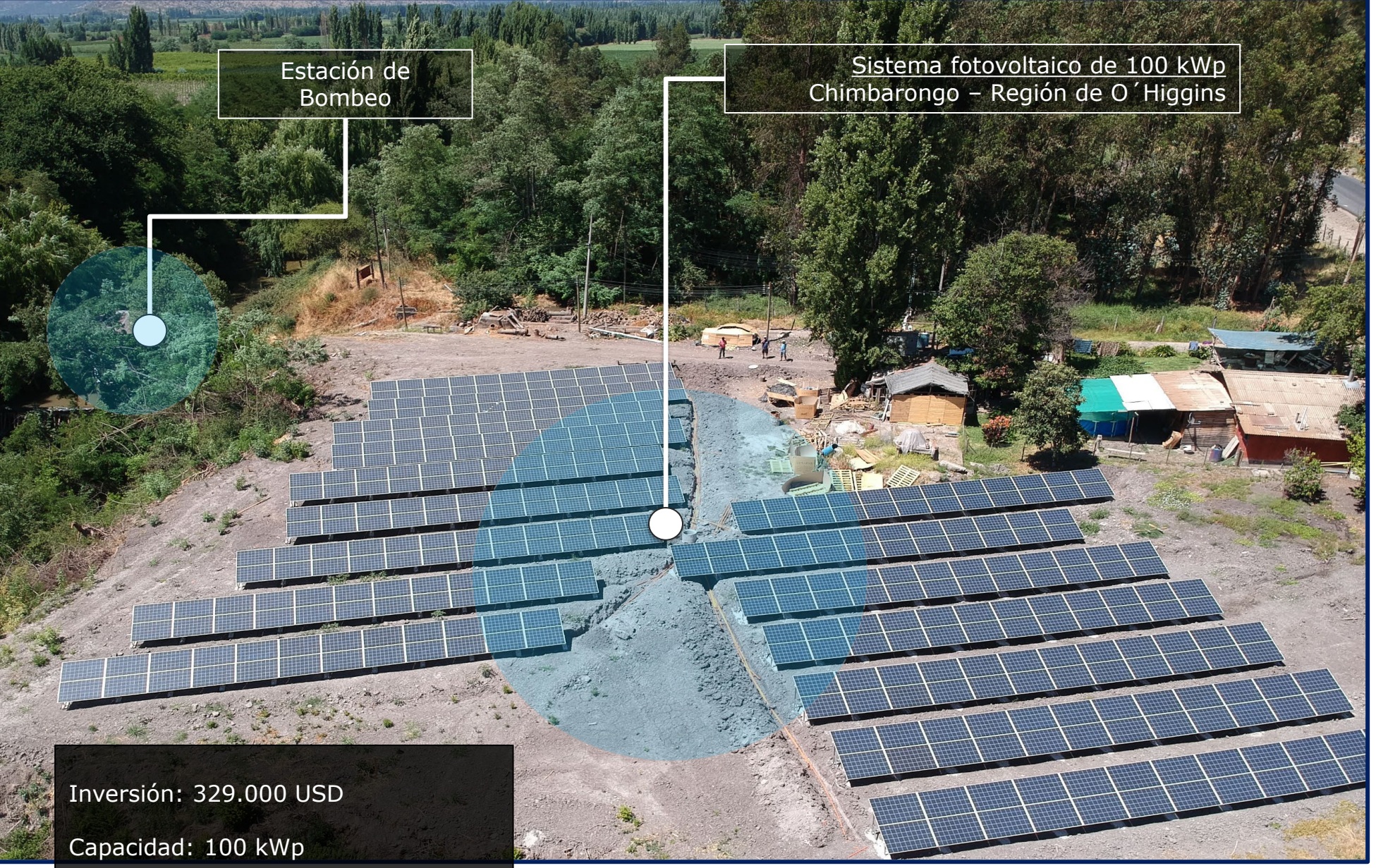


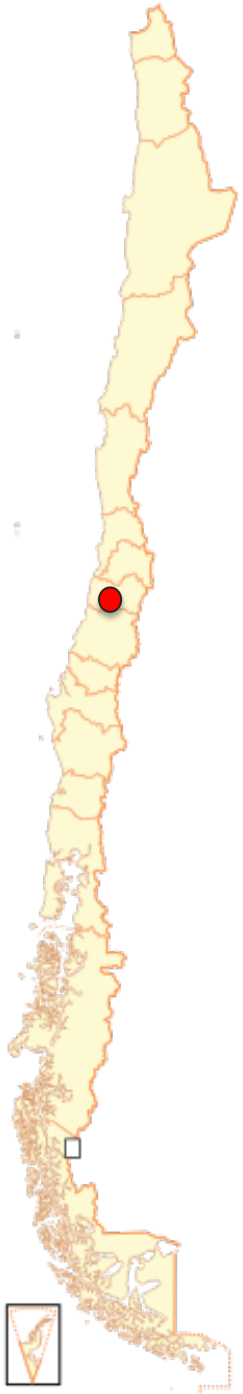
Sistema Fotovoltaico de 104 kWp
Valle del Elqui –Coquimbo

Inversión: 272.000 USD

Capacidad: 104 kWp

101 hectares of irrigation Surface


Estación de Bombeo
Sistema fotovoltaico de 100 kWp
Chimbarongo – Región de O´Higgins
Inversión: 329.000 USD
Capacidad: 100 kWp

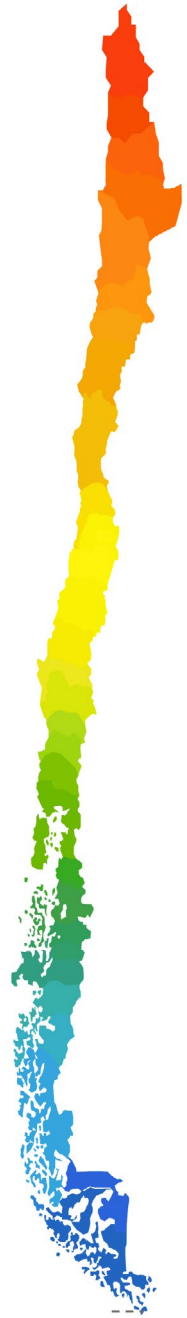


EXPLORADOR SOLAR
PARA EL APOYO AL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

La energía producida por el sistema fotovoltaico es posible determinarla mediante la plataforma on-line elaborado por el Ministerio de Energía **"Explorador Solar"**. Para ello se debe ingresar al http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/ y cliquear la ventana "Explorar".

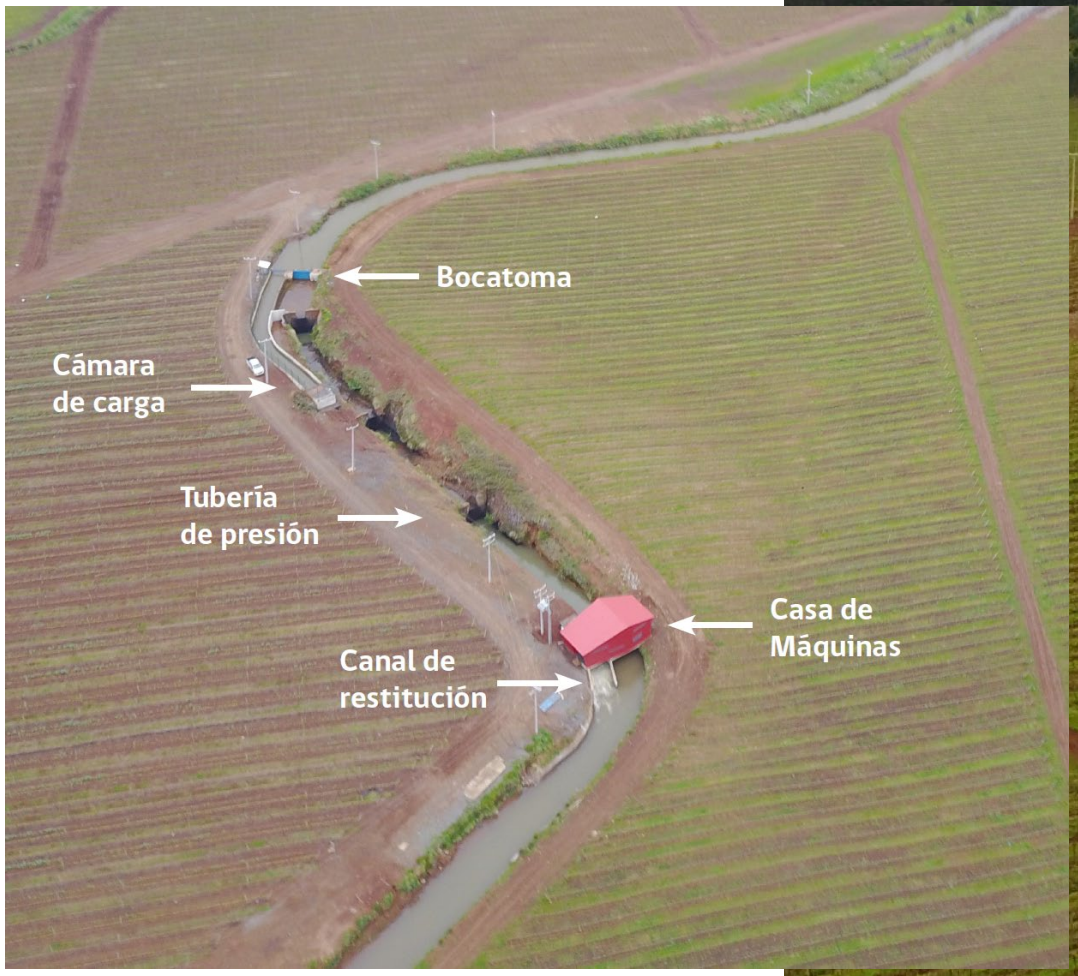
Ingreso a plataforma explorador solar.

Región	Energía anual kWh
Atacama	1803
Antofagasta	1739
Arica y Parinacota	1632
O´Higgins	1587
Tarapacá	1564
Maule	1530
Ñuble	1520
Metropolitana	1503
Biobío	1450
Valparaíso	1448
Coquimbo	1398
Araucanía	1324
Los Ríos	1298
Aysén	1231
Los Lagos	1160
Magallanes	1076



Minihidros

¿QUÉ ES UNA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA?



ESTIMACIÓN DE POTENCIAL HIDROELÉCTRICO

Para la materialización de una minihidro, se requiere un caudal de agua y una diferencia de altura para producir potencia útil. La potencia está dada por la siguiente expresión:

$$P = g^{*}\rho^{*}Q^{*}H^{*}\eta$$

Donde:

P: Potencia hidráulica neta en [W]

g: Aceleración de gravedad [m/s^2]

ρ: Densidad del agua [kg/m^3]

Q: Caudal en [m^3/s]

H: Altura de carga neta en [m]

η: Rendimiento global [%]

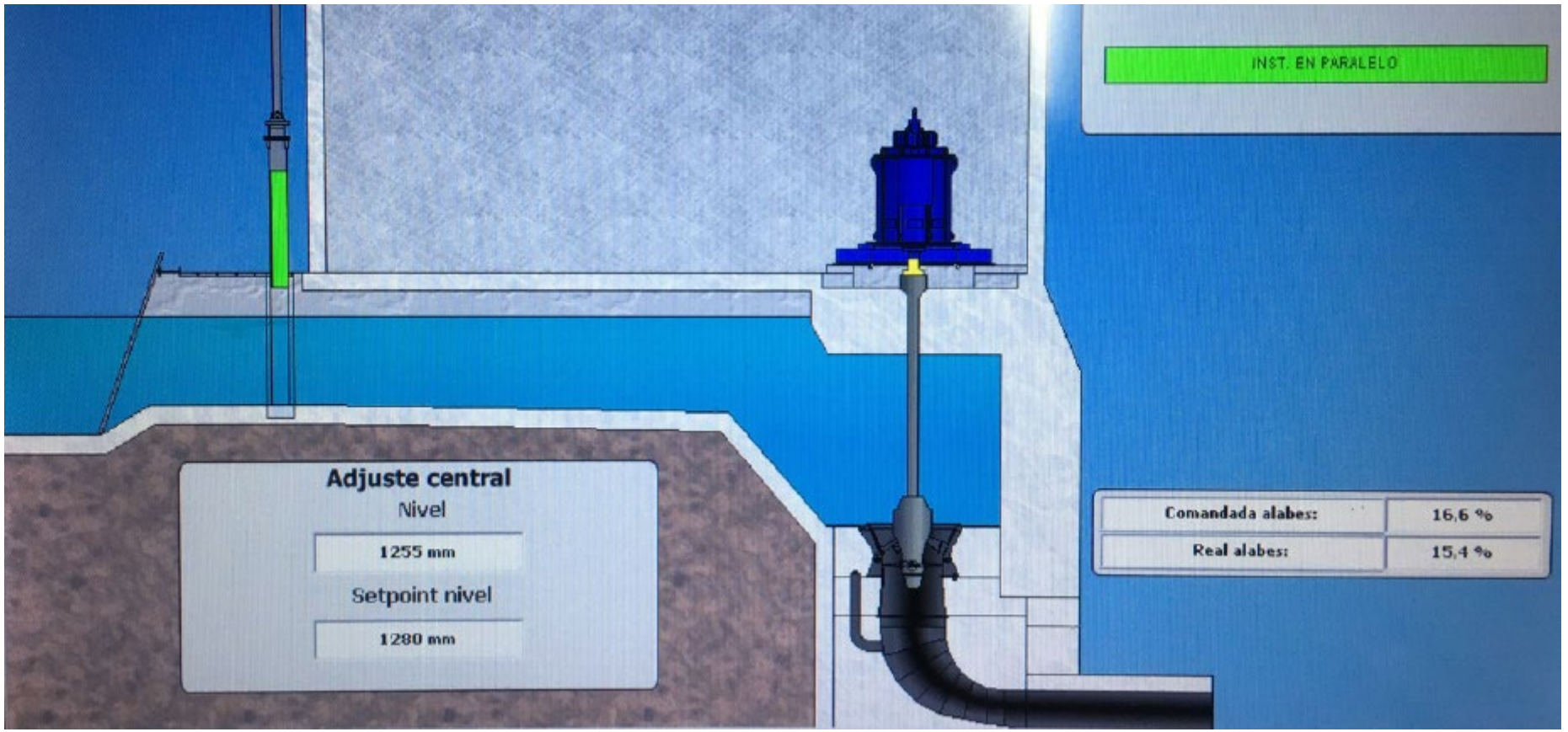
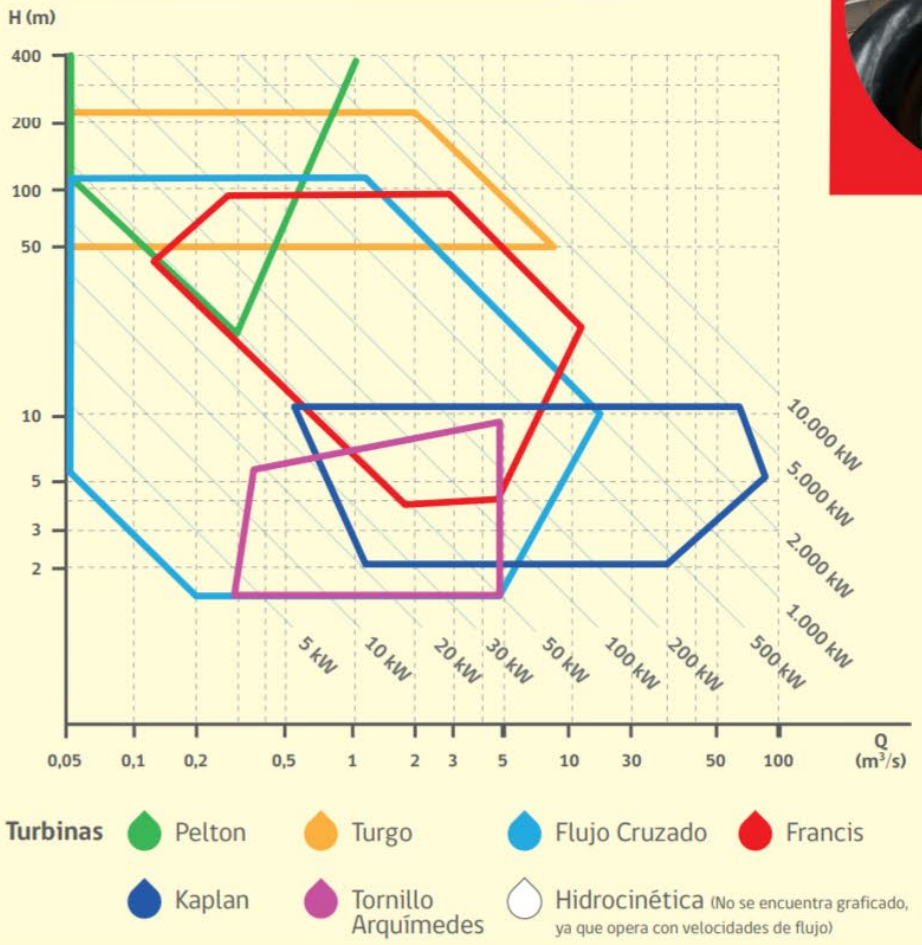


DIAGRAMA DE SELECCIÓN DE LA TURBINA

Las tecnologías que pueden implementarse son variadas y dependerán exclusivamente de la **relación caudal – altura** que se disponga en el sitio.

La siguiente figura presenta las turbinas más conocidas ordenadas de mayor a menor caída de aguas.



Potencial en Chile de 12.472 MW
y en canales 800 MW

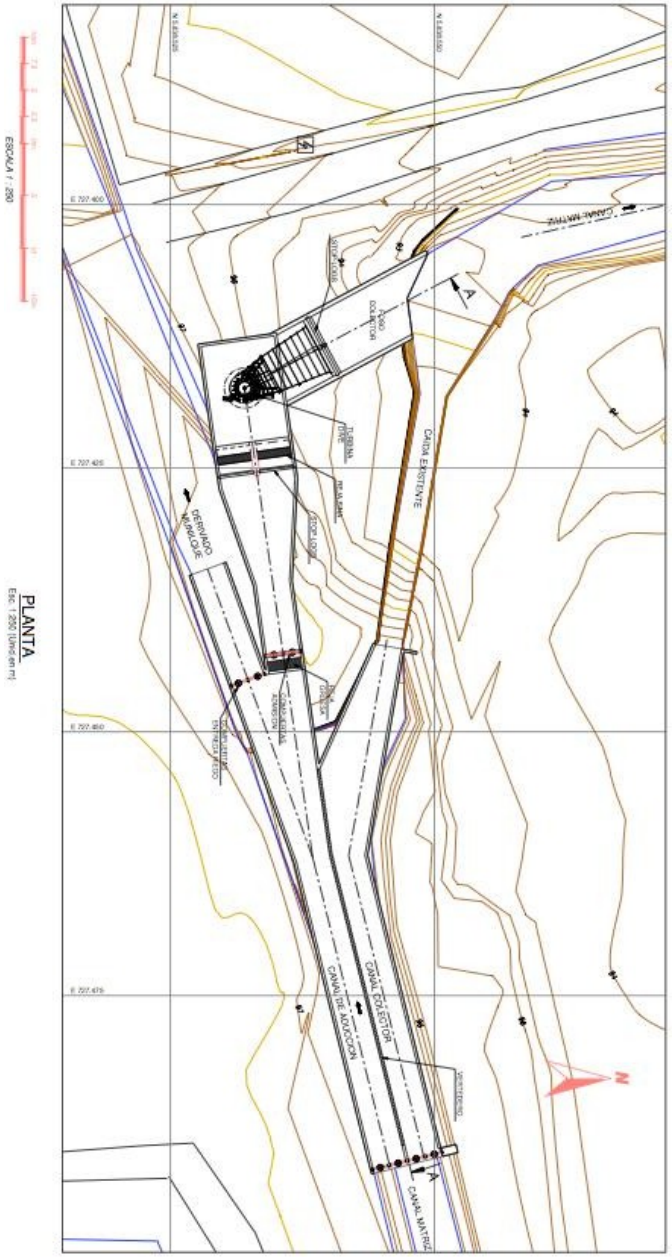
(Fuente: Energías renovables en Chile 2012)

Microhidro de 12kW
San Vicente de Tagua Tagua -
O´Higgins
Canal de Riego
Inversión: 262.000 USD
Capacidad: 12 kW

Microcentral Menetué 35kW–Curarrehue

Minicentral El Manzano 160kW–Pelarco

TALABRE
P=12kW


ESCALA 1 : 250
PLANTA
Esc. 1:250 (Unes em m)
CANAL MATRIZ
CAIDA EXISTENTE
CANAL COLECTOR
CANAL DE ADUCCION
CANAL MATRIZ
N

MiniCentral de 500kW de capacidad
Negrete - Biobío

MicroCentral de 20kW de capacidad
Río Grande - Antofagasta

Minihidro de 250kW de capacidad
Mulchén - Biobío

Microhidro de 90kW de capacidad
Socaire - Antofagasta

GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y AUTOCONSUMO

1. Contexto general

¿Qué es la generación distribuida para el autoconsumo?

Equipo de generación renovable o cogeneración eficiente **de hasta 300kW**

Cliente Regulado
(Casa, escuela, negocio, pequeña empresa, otro)

Cuando la generación es mayor que el consumo, la diferencia es inyectada a la red

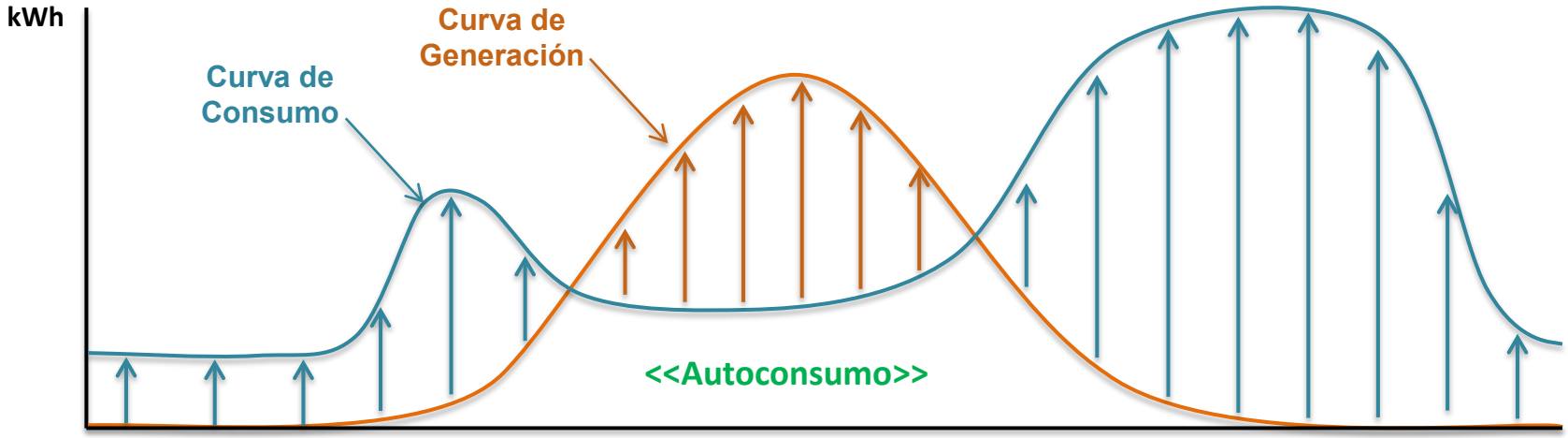
Cuando el consumo es mayor que la generación, la diferencia es abastecida desde la red

El medidor bidireccional registra tanto la energía consumida desde la red, como la inyectada a ésta

Sistema d
Distribuci

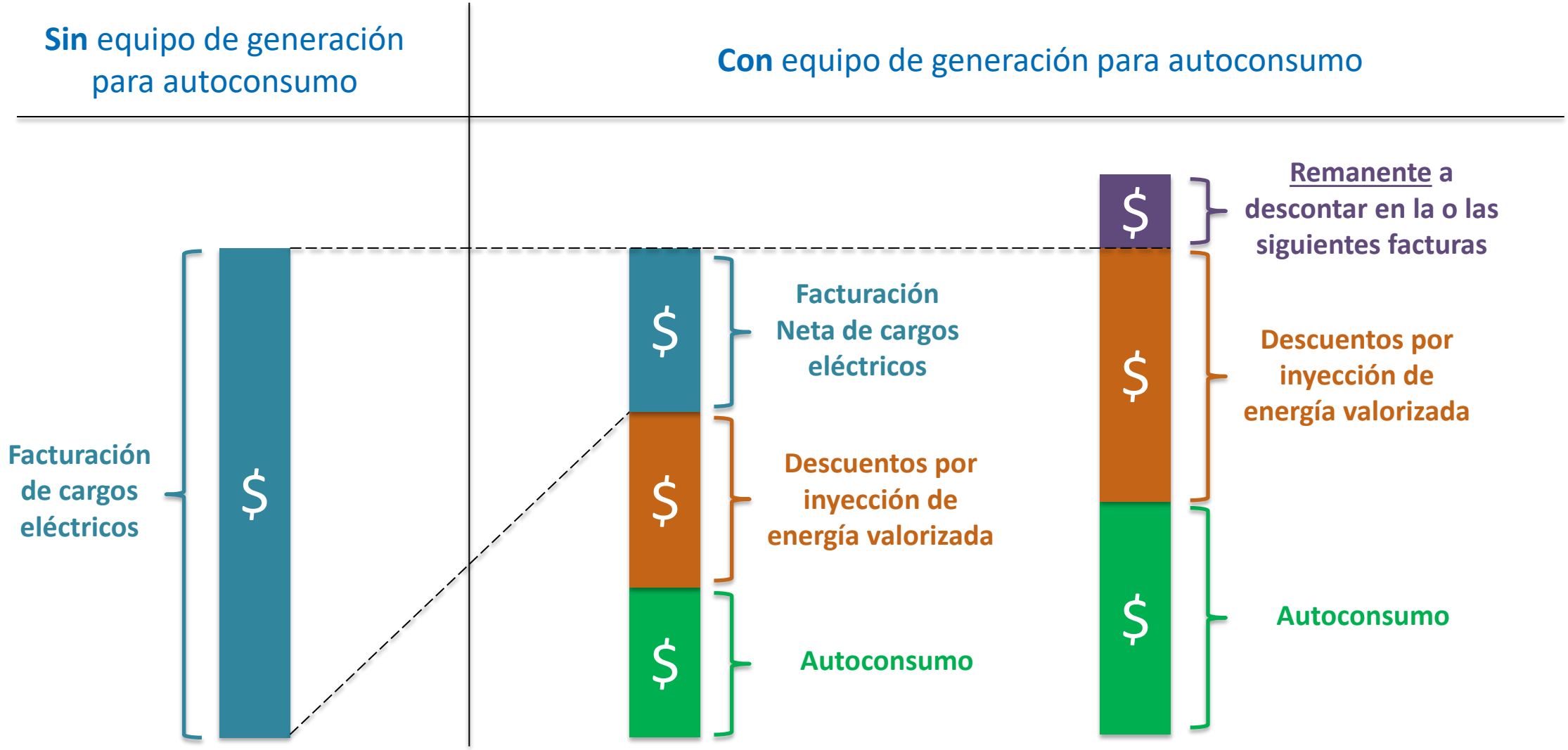
¡Se obtiene una disminución en el pago de la facturación eléctrica!

Generación distribuida para el autoconsumo
Ley 21.118 – año 2018



1. Contexto general

¿Qué es la generación distribuida para el autoconsumo?



GENERACIÓN DISTRIBUIDA

PROYECTOS DE PROPIEDAD CONJUNTA

Red empresa distribuidora

Medidor bidireccional

Energía_inyectada → 100% $

Usuario 1 → 25% $ Facturación total

Usuario 2 → 25% $ Facturación total

Usuario 3 → 25% $ Facturación total

Usuario 4 → 25% $ Facturación total

Algunas ventajas:

- Desarrollo de proyectos en conjunto.
- Descuentos Remotos
- Ahorro en inversión por economía de escala.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN RIEGO

Eficiencia Energética

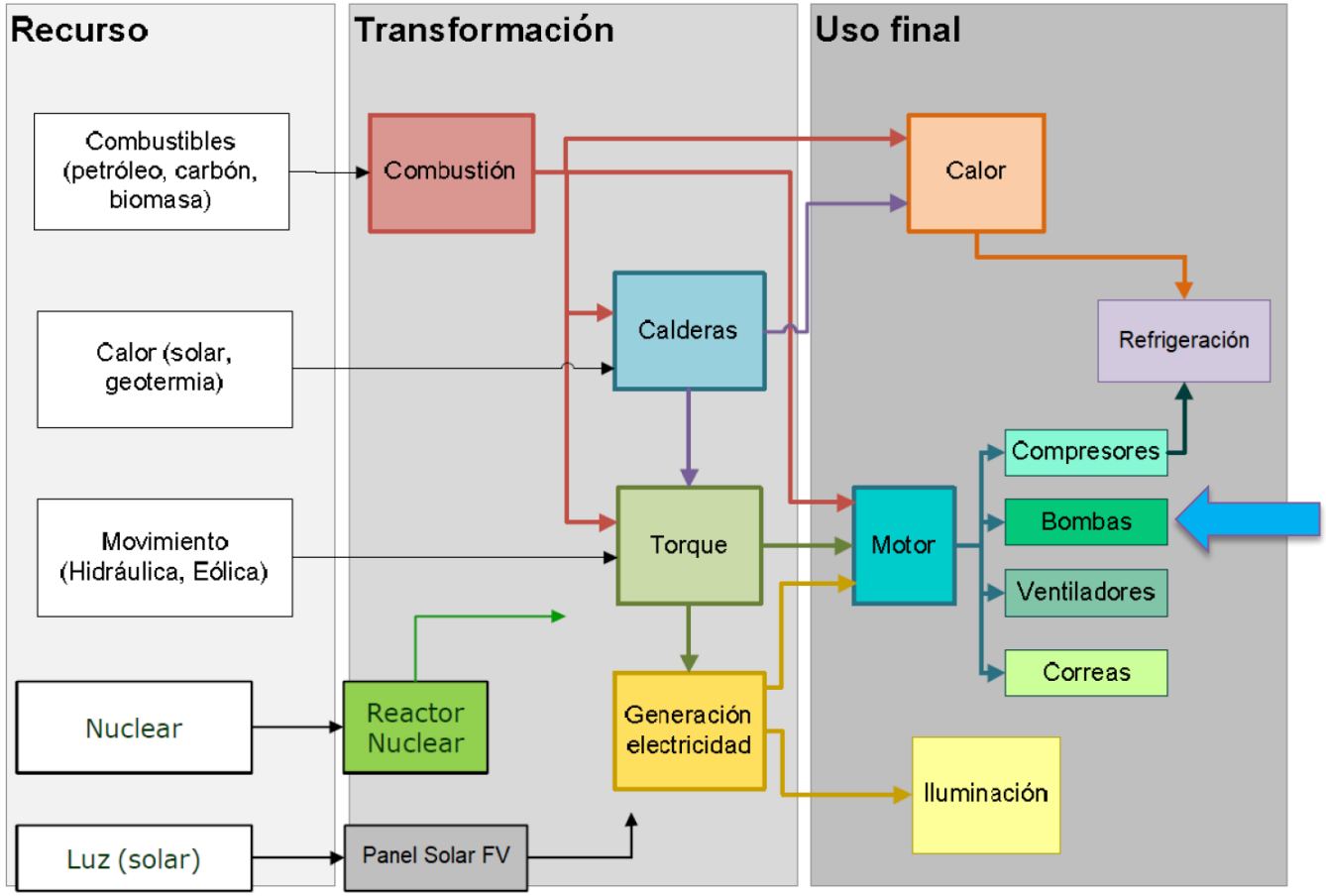
Se define como **la reducción del uso de energía** de un productos o servicios obtenidos sin bajar el nivel de producción (ni su calidad) y/o calidad de vida.

Ampolleta incandescente	Ampolleta Fluorescente compacta o LFC	Diodo emisor de luz o ampolleta LED
Potencia (W): entre 40 y 60	Potencia (W): entre 9 y 30	Potencia (W): entre 6 y 15

Si se encienden las tres ampolletas por 2 horas, los consumos de electricidad de cada una de ellas serán los siguientes:

Ampolleta incandescente de 40 W	Ampolleta Fluorescente de 9 W	Diodo emisor de luz o LED de 6 W
Consumo de electricidad total: Energía eléctrica: 80 Wh Potencia eléctrica: 40 W	Consumo de electricidad total: Energía eléctrica: 18 Wh Potencia eléctrica: 9 W	Consumo de electricidad total: Energía eléctrica: 12 Wh Potencia eléctrica: 6 W

ALTERNATIVAS DE EE en RIEGO



Eficiencia en equipos y sistemas de Riego

- Mejora de rendimiento en los equipos de impulsión.
- Evitar el uso de válvulas reductoras de presión.
- Partidores en bombas.
- Variadores de frecuencia en bombas.
- Diseño de redes y equipos optimizados energéticamente.
- Construcción de depósitos intermedios.
- Usar motores eléctricos de elevada eficiencia energética.

Eficiencia en la operación/mantención del proyecto

- Sectorización de instalaciones por cota homogénea.
- Automatización de instalaciones colectivas.
- Establecer procedimientos de mantención preventivo de las instalaciones.

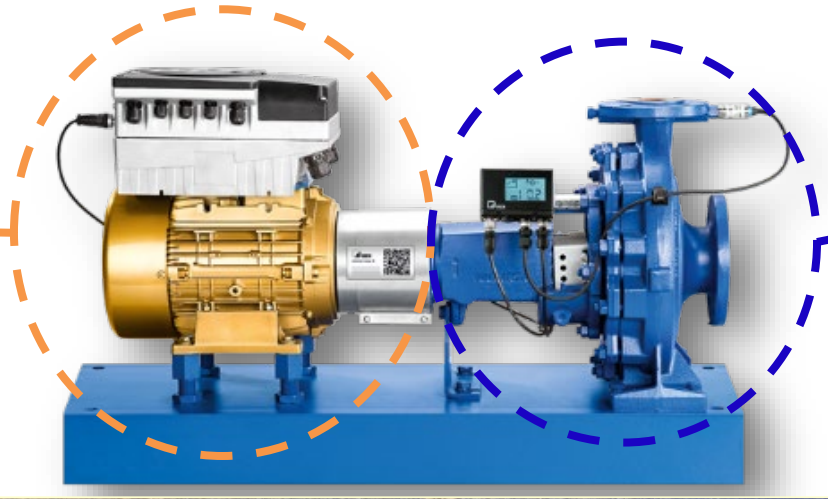
Eficiencia Económica en tarifa y servicio eléctrico

- Elección de la tarifa eléctrica.
- Ajuste de la potencia contratada.
- Conocer y ajustar el comportamiento horario.
- Corrección del factor de potencia (FP).
- Energías Renovables para autoconsumo.

Electrobomba: Bomba alimentada por motor eléctrico.

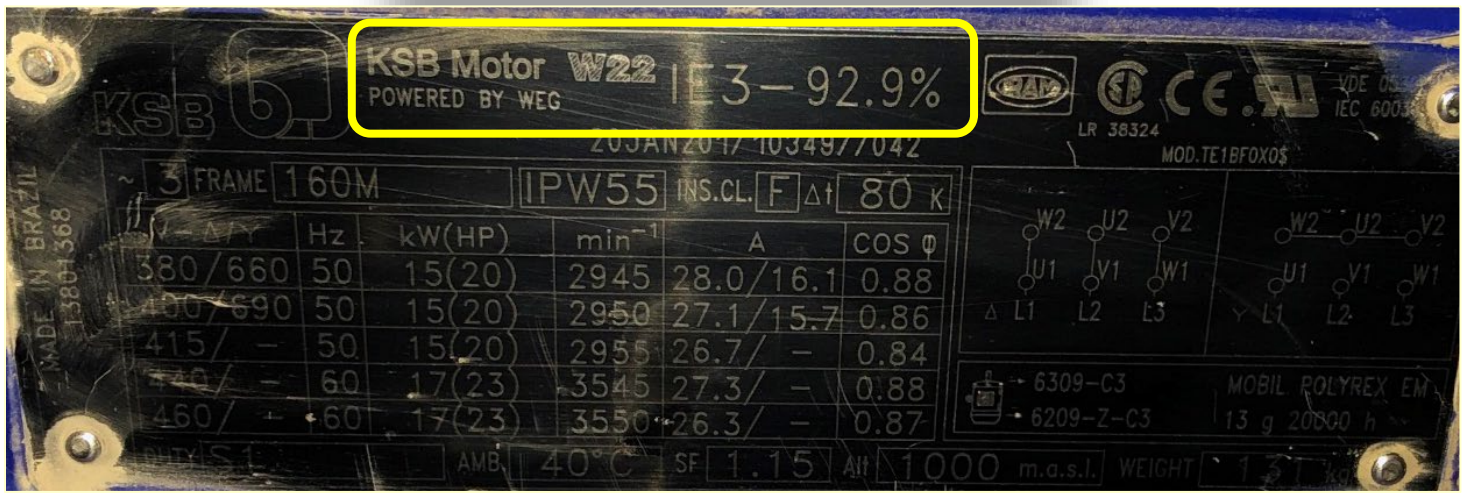
Ejemplos de Marcas de Motores (fabricantes)

- ABB
- WEG
- Crompton Greaves
- Siemens
- Hyundai electric
- MG

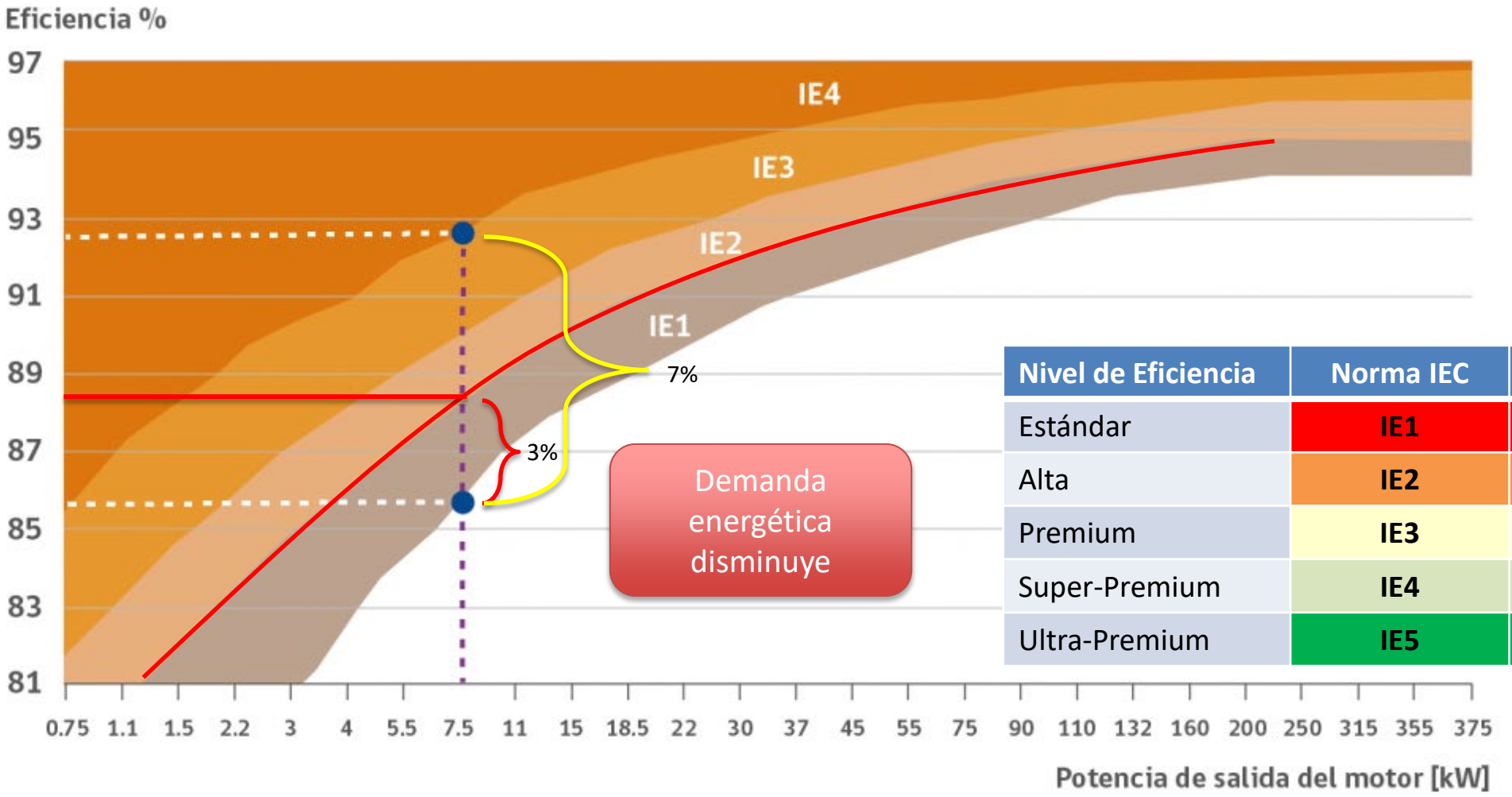


Ejemplos de Marcas de Bombas (fabricantes)

- Faggiolati,
- Regio
- Pentax
- Pedrollo
- VOGT
- KSB
- Lorentz, Grundfos



1.- MOTORES DE ALTA EFICIENCIA
Motores eléctricos trifásicos de inducción asincrónico (jaula de ardilla)

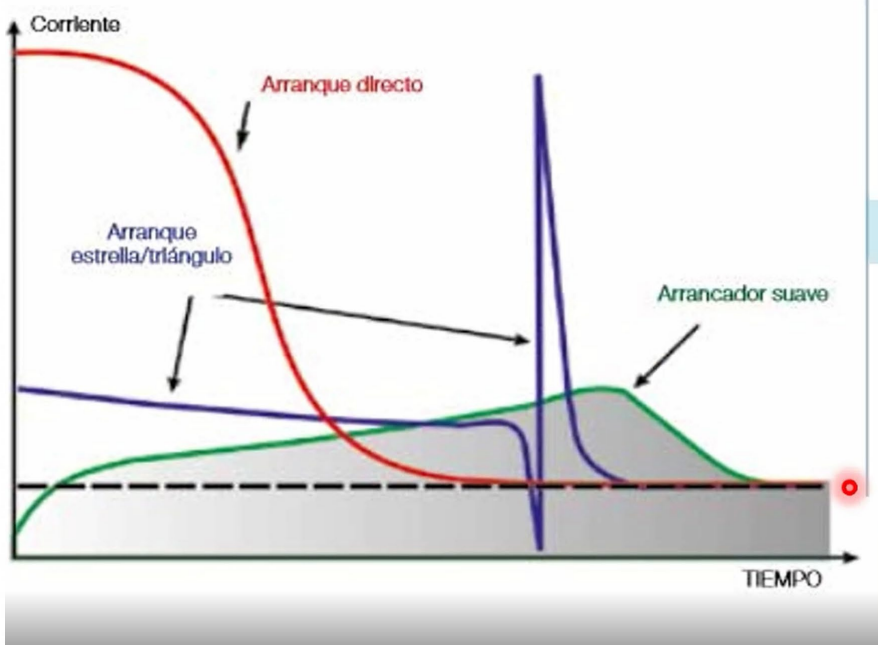


Demanda energética disminuye

Nivel de Eficiencia	Norma IEC	Norma NEMA	Antes
Estándar	IE1	-	EFF2
Alta	IE2	Energy Efficient (EPAct)	EFF1
Premium	IE3	Premium	
Super-Premium	IE4	Super-Premium	
Ultra-Premium	IE5	Ultra-Premium	

2.- PARTIDORES

Disminución de la demanda máxima / potencia máxima

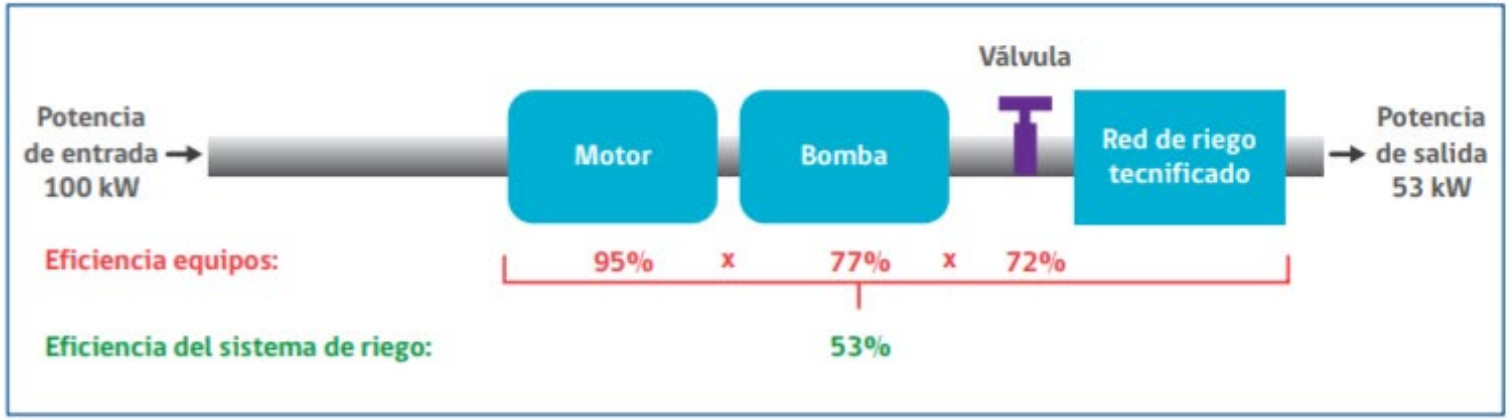


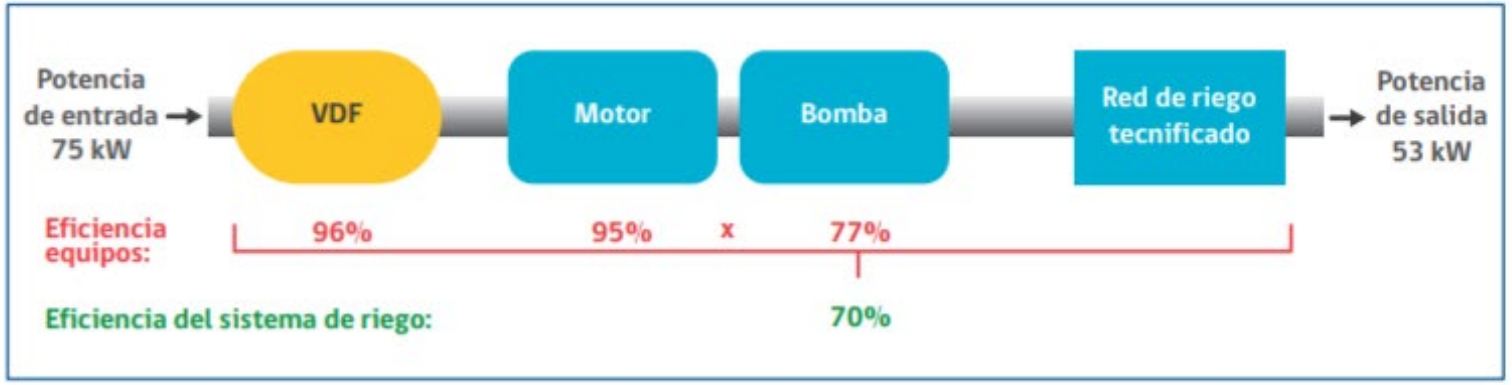
DETALLE DE LA CUENTA / FACTURACIÓN

Servicio Eléctrico	**$**	**2.341.175**
Administración del Servicio	$	1.364
Transporte de Electricidad	$	65.622
Electricidad Consumida (24.885 kWh)	$	1.891.683
Recargo por Lectura en Baja Tensión de Consumos de Clientes de Alta Tensión	$	76.285
Cargo por Demanda Máxima de Potencia Suministrada (89,6 kW)	$	180.583
Cargo Demanda Máxima Leída de Potencia en Horas Punta (18,498 kW)	$	107.319
Pago de la Cuenta Fuera de Plazo	$	182
Interés	$	18.137
Otros Cargos	**$**	**2**
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior	$	69
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual	$	-67

En mi predio hay 3 bombas de de 10kW
pero me cobran una demanda de 89,6kW

3.- VARIADORES DE FRECUENCIA



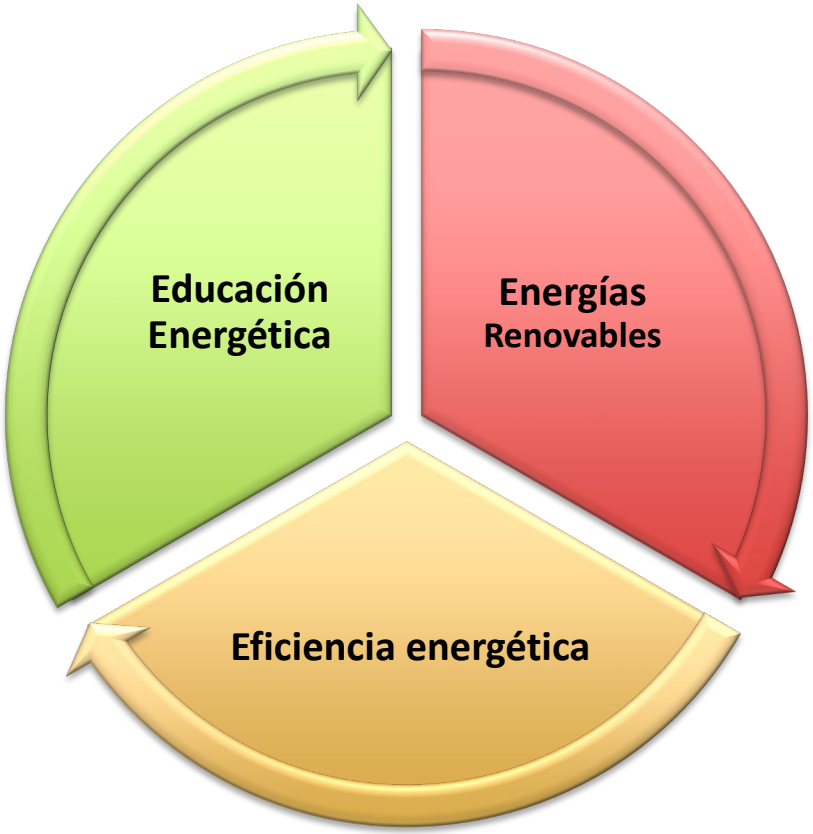


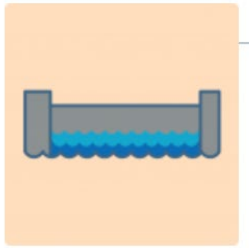
Comparación de Sistema de riego sin VDF respecto de uno con VDF.

CONVENIO DE COLABORACIÓN CNR-MINENERGÍA

CONVENIO CNR -MinEnergía

https://www.cnr.gob.cl/temas-transversales/energias-renovables-en-riego/





Obras de riego con microcentrales hidroeléctricas

Fuente generadora de energía eléctrica que utiliza el recurso el agua, cuya capacidad no supera los 300 kW. También son conocidas como microhidros.

Aplicaciones de riego con sistemas fotovoltaicos

Fuente generadora de energía eléctrica que utiliza como recurso la irradiación solar, por lo cual permite obtener electricidad durante las horas del sol.

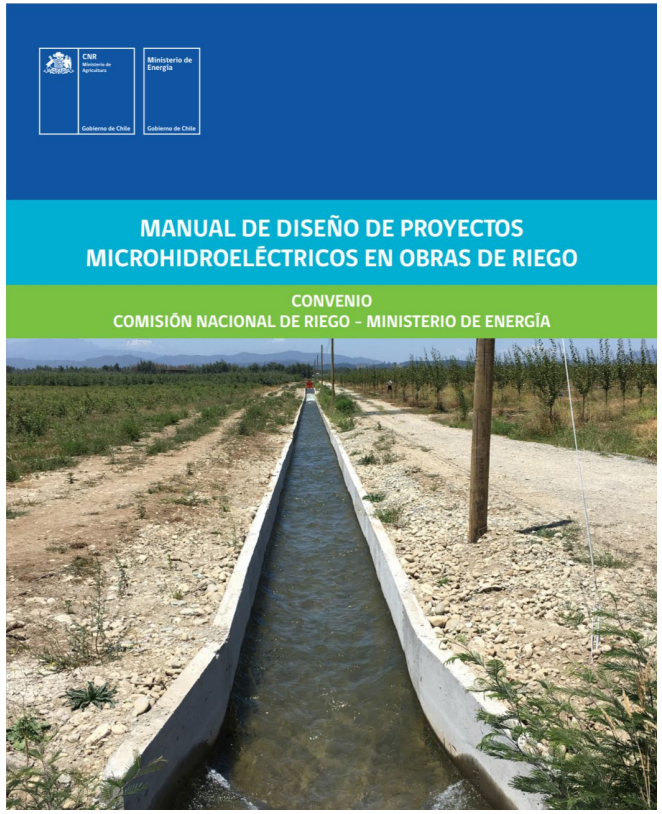
Eficiencia energética en proyectos de riego

Forma inteligente de utilizar la energía que se emplea en riego, lo cual permite ahorros en electricidad y costos de operación.

Generación distribuida en proyectos de riego

Oportunidad para los proyectos de riego de sacar un mayor provecho de los sistemas fotovoltaicos o hidroeléctricos que se encuentren conectados a la red cuya capacidad no supere los 300 kW.

Productos


MANUAL DE DISEÑO DE PROYECTOS
MICROHIDROELÉCTRICOS EN OBRAS DE RIEGO
CONVENIO
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO – MINISTERIO DE ENERGÍA

OBRAS DE RIEGO CON
MICROCENTRALES HIDROELÉCTRICAS
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

CATÁLOGO DE PROVEEDORES MINI HIDRO
CONVENIO COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO – MINISTERIO DE ENERGÍA

Productos

GUÍA DE BUENAS Y MALAS PRÁCTICAS EN
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CON APLICACIÓN EN RIEGO
CONVENIO
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO – MINISTERIO DE ENERGÍA

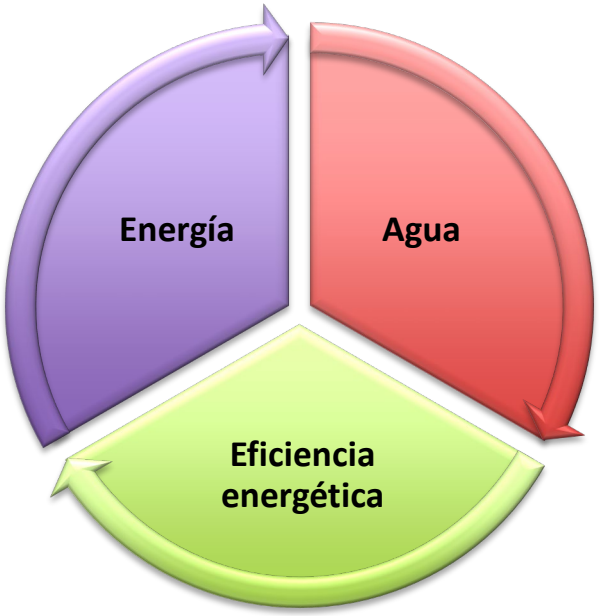
CNR
CHILE LO
HACEMOS
TODOS
MANUAL DE INSPECCIÓN Y REVISIÓN
DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
CONVENIO
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO – MINISTERIO DE ENERGÍA
MANUAL DE INSPECCIÓN Y REVISIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

CATÁLOGO DE PROVEEDORES SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
APLICADOS AL SECTOR AGRÍCOLA
CONVENIO COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO – MINISTERIO DE ENERGÍA

OBRAS DE RIEGO CON
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Resumen

- Beneficios en términos económicos, sociales y ambientales, tales como:



1. **Aumenta la competitividad agrícola**
2. **Resiliencia ante variación de precios**
3. **Reduce huella carbono y contaminación local**
4. **Reduce inversión en Infraestructura eléctrica**
5. **Mejora la calidad, productividad y confort**
6. **Crea valor en propiedades y genera empleo**

Las ER y la EE permitirán la recuperación económica

CNR
Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

yo cuido el agua

www.cnr.gob.cl