

SUR ELECTRIC



**PROPUESTA INSTALACIÓN PLANTA DE GENERACIÓN
ELÉCTRICA
FOTOVOLTAICA MAFIL**

Rev. 0

INFORME DE CIERRE

**PREPARADO POR : MARCO MENESES
MARCO.MENESES@SURELECTRIC.CL**

AGOSTO 2019

PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA

“Instalación Planta de Generación Fotovoltaica Máfil”

Rev. 1

BIOTECNA

Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	OBJETIVOS.....	4
3	ESTUDIO DE IRRADIACIÓN SOLAR EN LA ZONA DE MAFIL.....	5
4	PROPUESTA TÉCNICA DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES.....	6
5	PROPUESTA ECONÓMICA	10
6	PARÁMETROS ECONÓMICOS.....	12
7	FLUJO DE CAJA, CONCLUSIONES Y ANEXOS.....	16

1 INTRODUCCIÓN.

La producción agrícola en la zona del sur de Chile ha ido aumentando sus costos energéticos con el pasar de los años. Estos costos energéticos están obligando a los productores agrícolas y lecheros a buscar formas de disminuir los pagos correspondientes al uso de la energía eléctrica en sus predios y lecherías.

La empresa Biotecna es una de las pioneras en la zona en aportar con soluciones de disminución y producción de energía con tecnologías renovables.

En este caso se plantea de instalación de una granja solar de 40 kw peak, en la zona de Máfil, para la empresa Agrícola Cox Ltda.

La granja solar pretende entregar energía a los procesos agrícolas del campo y así disminuir el consumo de energía desde la red.

El proyecto es un proyecto On Grid, es decir un suministro conjunto entre la red y los paneles fotovoltaicos hacia la carga. En los momentos en que no exista consumo eléctrico la energía se exportará a la red con su correspondiente pago por parte de la empresa distribuidora de la zona, que en este caso es Saesa.

El proyecto contempla paneles solares que tienen una vida útil de 20 años.

2 OBJETIVOS.

Presentar un propuesta viable para la reducción de costos energéticos de Agrícola Cox.

Definir parámetros técnicos, económicos y tarifarios, para una correcta y ajustada evaluación económica del proyecto.

Presentar al cliente un estudio detallado de irradiación solar en la zona. Analizar el escenario actual del sector eléctrico nacional con las modificaciones correspondientes a la ley Eléctrica que favorecen y crean un nuevo marco para el desarrollo de energías renovables no convencionales para la región de los ríos y los lagos.

Determinar la rentabilidad a través de indicadores económicos como el VAN TIR y PAY-BACK, del proyecto de generación eléctrica.

3 ESTUDIO DE IRRADIACIÓN SOLAR EN LA ZONA DE MÁFIL.

A continuación se presentan los el resumen de los datos de irradiación para la zona en cuestión y su ubicación geográfica, utilizando información satelital.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-2831-1908-6919

Fecha: 19 de agosto de 2019 14:01 (UTC)

Sitio: Región de los Ríos, Chile, lat/lon: -39.6649°/-72.9572° sistema

FV: 40.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 0° (norte), inclinación 30°

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Región de los Ríos, Chile

Coordenadas: **39° 39' 53.63" S, 72° 57' 25.77"**

Elevación: **W 26 m**

Pendiente: **2°**

Orientación: **162° sur**

Irradiación global anual en plano inclinado: **1625 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **11.4 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **40.0 kWp**

Tipo de módulos: **silicio cristalino (c-Si)**

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **0° (norte) / 30°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

Disponibilidad: 99.0%

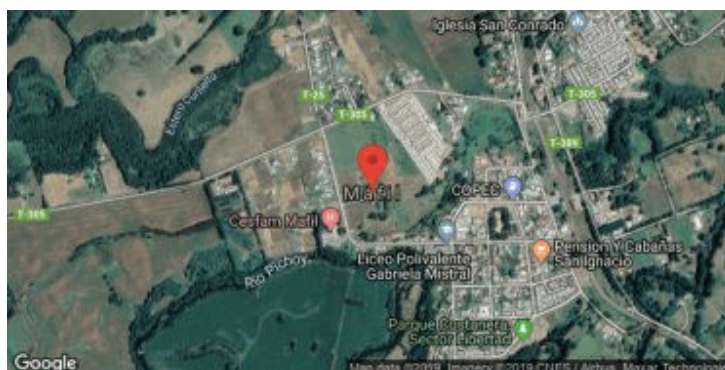
Producción eléctrica anual media: **52.3 MWh**

Rendimiento medio: **80.2%**

Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#?tl=Google:satellite&loc=-39.6648976,-72.9571573&z=15>

Como se ve en la fotografía anterior la irradiación promedio anual para la zona es de 1625 kWh/ m² año. Esto para una instalación en plano inclinado.

Además se plantea instalar una granja solar de 40 kw peak que con la irradiación anual promedio produciría **52, 3 MWh** anuales de energía eléctrica.



Este es el mapa de localización de la granja solar propuesta.

4 PROPUESTA TÉCNICA DE INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES.

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos que permiten la generación y utilización de electricidad en base a radiación solar. En este caso es un sistema conectado a la red. El sistema consta de los siguientes componentes:

Se contempla la instalación de una planta fotovoltaica a nivel de suelo, con una inclinación de 30 grados y orientación norte. La potencia de la granja se estima en **40 kW p**. La planta se conecta al tablero general de los consumos operando bajo la ley Net Billing.

Lugar de Emplazamiento: **Región de los Ríos, Sector Máfil.**

Orientación / Inclinación: **0° grados Norte / 30° grados.**

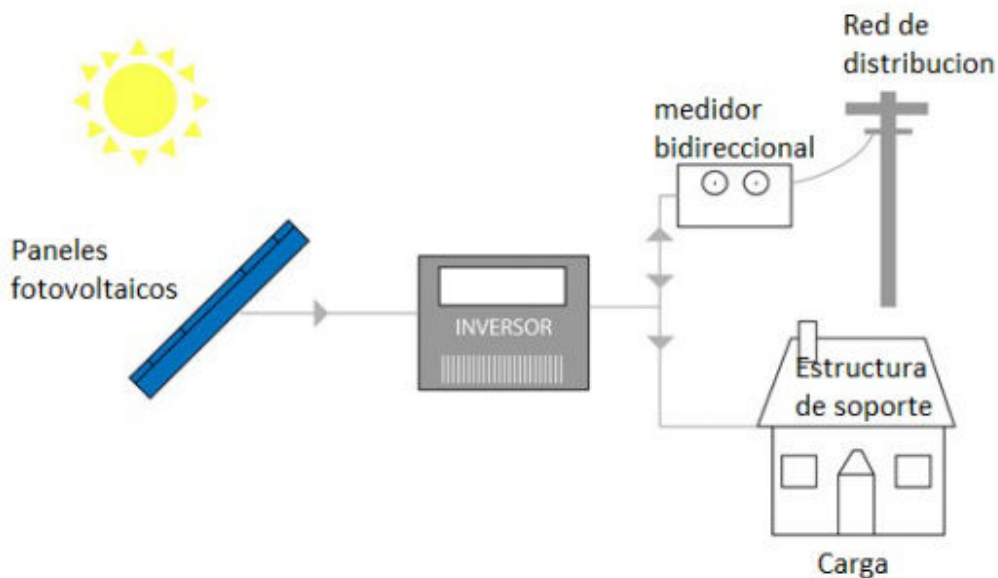
Potencia FV Instalada: **40 kWp.**

Tipo Instalación: **Suelo.**

Superficie estimada cubierta: **600 m²**

Generación estimada anual: **53,2 MWh/ año**

Este proyecto es un proyecto fotovoltaico conectado a la red de distribución bajo la regulación de la ley 20.571.

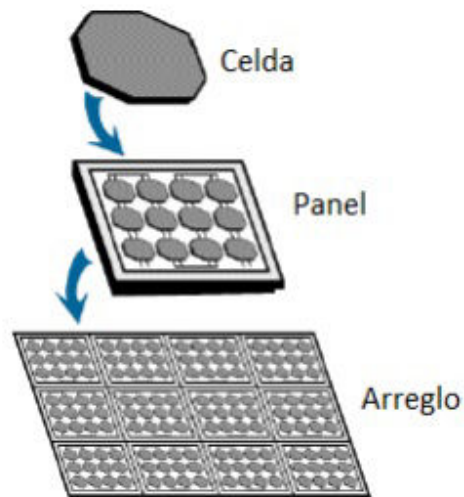


Esta es una figura ilustrativa de los componentes del sistema.

4.1 Paneles Fotovoltaicos.

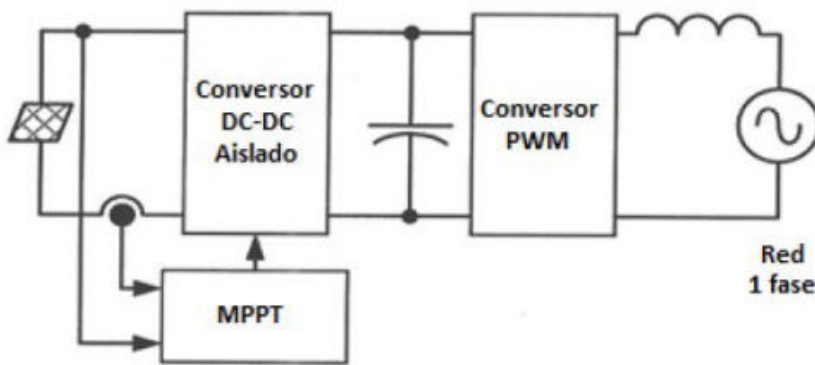
Es el dispositivo encargado de convertir la radiación electromagnética en energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico, un panel fotovoltaico está formado a partir de células conectadas en serie y/o paralelo. La interconexión de un número de paneles conforman un arreglo, el que al conectarse a un inversor, con los sistemas de protección y control adecuados conforman un sistema fotovoltaico. En la siguiente figura se muestra como se conforma un arreglo fotovoltaico.

Para este proyecto se utilizarán paneles marca **Risen de 370 Wp Mono PERC Bifacial** (1984x992x25 cm)



4.2 Inversor Fotovoltaico.

Se considera el cerebro del sistema, encargado del tratamiento y análisis de las señales eléctricas. Se compone básicamente de un convertor DC-DC para aumentar el nivel de tensión a la salida del arreglo fotovoltaico, un MPPT (máximo power point tracker – seguidor de punto de máxima potencia) que permite maximizar la transferencia de potencia y un convertor DC-AC que es el encargado de convertir la corriente continua en corriente alterna para su utilización directa o para inyectar la energía a la red eléctrica. En la siguiente figura se presenta un diagrama monofásico de un inversor.



En la figura se muestra el inversor fotovoltaico elegido para el proyecto marca **SMA Sunny Tripower 20000 TL-30 Speed wire Web Connect**.



4.3 Cantidad de equipos y componentes de conexión.

Los sistemas **ON GRID** o conectados a la red se encuentran configurados por cuatro elementos principales: un **STRING** de paneles solares fotovoltaicos -los que pueden ser instalados tanto en suelo como en techos planos e inclinados-, un inversor central o varios micro inversores (se instalan de forma independiente en cada panel), un tablero de distribución y un medidor bidireccional. La diferencia de este último con un medidor común es que mide tanto la energía consumida como la generada de forma automática.

Los equipos y componentes considerados en la propuesta son :

Equipos y Componentes	Cantidad
SMA Sunny Tripower 20000TL-30 Speedwire/Web Connect	2
Risen- Panel 370 Wpeak Mono Perc Bifacial (1984x992x25 cm)	110
EAS-Kit Estructura Portátil 2x20 35mm 72 celdas h40cm Aluminio + Gal	3
Carrete 500m Cable Solar FV Certificado FV Certificado 6 mm2 Negro	1
Carrete 500m Cable Solar FV Certificado 5 mm2 Rojo	1
Conector Ningbo (PV-ZH 202) hembra 4-6 mm2 (MC4 Compatible)	20
Conector Ningbo (PV-ZH202) macho 4-6 mm2 (MC4 Compatible)	20

5 PROPUESTA ECONÓMICA.

5.1 Modelo de Negocio: Llave en mano sistema todo incluido.

5.2 Precio del Proyecto: 29.500.000 +\$ IVA.

5.3 Ahorro en \$ estimado de por concepto de energía 25 años: 87.602.500 \$

5.4 Pay Back: 8 años.-

5.5 Consideraciones de la Oferta Económica:

- Los valores no consideran costos eventuales modificaciones o adecuaciones en el lugar de emplazamiento, donde se ejecutará el proyecto.

- Los valores son estimativos y deben ajustarse según el resultado de la ingeniería básica.

- El proyecto no contempla aumento de la capacidad del empalme eléctrico.

5.6 Términos y condiciones:

- Validez de la oferta: **30 días**, a contar de la fecha de emisión de la oferta.

- Proyecto sujeto a factibilidad técnica posterior a aprobación de la oferta por parte del cliente.

- Biotecna se reserva el derecho a revisar la oferta comercial, previo al cierre del contrato de construcción.

5.7 Garantías.

- Instalación: 12 meses, después de puesta en marcha de la planta.

- Módulos Solares:

Garantía del producto: 10 años.

Garantía del rendimiento del fabricante: 90% (10 años) / 80%(25 años) de potencia nominal mínima, bajo condiciones de prueba estándar.

- Inversores: 5 años, desde puesta en marcha de la planta.

- Estructura: 10 años.

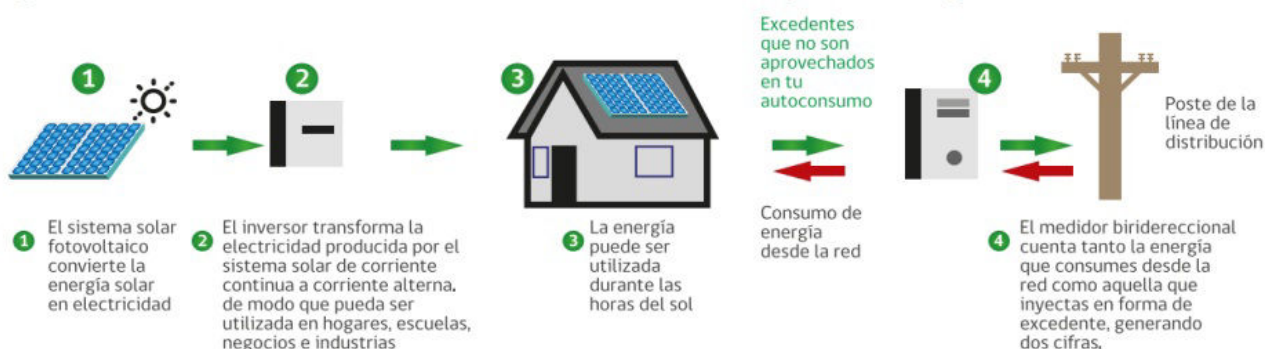
6 PARÁMETROS ECONÓMICOS.

6.1 Tarifa Eléctrica Ley 20.571

Este proyecto es un proyecto fotovoltaico conectado a la red de distribución bajo la regulación de la ley 20.571.

Ley para la Generación Distribuida (Ley 20.571)

Da derecho a los clientes regulados a vender sus excesos de generación hacia la red de distribución a un precio regulado.



Esta figura muestra el modo de operación de la ley.

Requisitos:

Requisitos Generales:

- **Clientes regulados: Clientes con tarifas reguladas***
- **Generación basada en energías renovables o cogeneración eficiente**
- **Capacidad de generación de hasta 100 kW**
- **Medidor bidireccional**
- **Inversores y módulos fotovoltaicos autorizados por SEC****
- **Instalación ejecutada e inscrita por un electricista autorizado por SEC**

Valorización de las inyecciones.

Tarifas:

VALORES NETOS y C/IVA TARIFAS DE SUMINISTRO			ÁREA 1 A (a)	
			VIGENCIA 1-05-2017	
			\$ NETO	\$ C/IVA
Tarifa Residencial →	BT-1	Cargo Fijo (\$/cliente)	631,4705	751,45
		Energía Base (\$/kWh)	92,4008	109,957
		E. Adicional de Invierno (\$/kWh)	121,3025	144,350
Tarifas no residenciales →	BT-2	Cargo Fijo (\$/cliente)	631,4705	751,45
	BT-3	Cargo Fijo (\$/cliente)	987,9327	1.175,64
		Energía (\$/kWh)	63,4983	75,563
Hay otros esquemas tarifarios		Cons. Parc. Pte. Pta (\$/kW/mes)	5.546,8571	6.600,76
		Cons. Pte. Punta (\$/kW/mes)	8.975,8151	10.681,22

VALORES NO AFECTO		(a)
TARIFAS DE INYECCIÓN		VIGENCIA 1-05-2017
Energía inyectada en baja tensión (\$/kWh)		63,4983
Energía inyectada en media tensión (\$/kWh)		60,2621

Fuente: Enel Distribución

Regulación de pagos e inyecciones de energía.

- La valorización de la energía inyectada a la red es descontada de los cargos por energía de la boleta
- Si los descuentos exceden los cargos, entonces los remanentes son descontados en las siguientes boletas
- Los remanentes que no hayan podido ser descontados de las boletas después de un cierto periodo definido en el contrato, deben ser pagados por la distribuidora al cliente (generador)

El cliente actualmente está adscrito a la tarifa AT4.3, la cual presenta los siguientes cobros:

Cobro por energía: **67 \$/kWh.**

Cobro por demanda máxima en horas punta: **10.157 \$/kW mes.**

Cobro por demanda suministrada en horas punta: **4.497 \$/kW mes.**

La potencia conectada del cliente es de **73,2 kW.**

La idea en esta sección es encontrar la tarifa óptima para maximizar los ahorros por producción de energía.

El proyecto contempla la producción de energía para disminuir el consumo de la red y los excedentes se exportan a través de un medidor bidireccional y se valorizan al precio de la energía que paga el cliente, por su consumo.

En este caso el precio de transferencia es de **67 \$/kWh**.

Se puede explorar otra tarifa perfectamente pero en la mayoría en Alta tensión, tiene el mismo precio de la energía.

6.2 Precio de la Potencia.

En la ley 20.571 que regulariza las inyecciones al sistema no se contempla el pago por potencia instalada solo el pago por energía por lo que este ítems corresponde a un **valor 0.-**

6.3 Energía ahorrada.

El concepto de ahorro de energía corresponde a la energía que se va a dejar de utilizar de la red y que será proporcionada por los paneles solares en este caso y para la configuración de la granja la cantidad de energía es de **52.300 kWh** al año. Si sobra energía esta será inyectada a la red y valorizada a **67,5 \$/kwh**. Los detalles de la forma de pago están en el punto 6.1.-

6.4 Costo de Inversión y vida útil del proyecto.

La granja Solar tiene una potencia instalada de **40 kW peak** con un costo de inversión de **29.500.000 \$**. (Impuestos incluidos).-

La vida útil corresponde a la vida útil de los paneles que es de **25 años**.-

6.5 Pago de impuestos.

El proyecto es un proyectos de ahorro energético por lo que no hay impuestos involucrados, en el caso que existieran inyecciones a la red se valoriza a 67,5 \$/kwh la energía y este es un precio neto sin IVA según la ley.-nacional o extranjera de giro generación eléctrica (en caso de adjudicarse licitación).

6.6 Tasa de descuento para evaluar el VAN del proyecto.

La tasa de descuento es la tasa con la cual se mueven los flujos monetarios futuros del proyecto a año cero, que es donde se realiza la inversión inicial. Luego de mover todos lo flujos a año cero se compara con la inversión y se obtiene el VAN (Valor actual neto del proyecto).

Esta tasa se elije en base a la tasa de interés anual con que se pueden obtener fondos para realizar un proyecto de energía renovable.

En este caso se eligió una tasa del **7 % anual** como tasa de descuento como caso base.

6.7 Ingresos por concepto de ahorro de energía.

La energía anual ahorrada corresponde a **52.300 kwh/año**, valorizada a **67,5 \$/kwh** se obtiene un ahorro anual de **3.504.100 \$** al año.

7 Flujo de Caja, Conclusiones y Anexos.

El flujo de caja simple, caso base, va impreso junto a los anexos.

Las Conclusiones son las siguientes:

COSTO DE INVERSIÓN: 29.500.000 \$

VAN: 11.335.321 \$

TIR: 11 %

PAY BACK: 8 años.

La tasa de descuento puede variar desde un 7% hasta un 10% cambiando rotundamente la rentabilidad del proyecto.

Para proyectos sobre los 10 kW y hasta 100 kW el precio de transferencia de la energía va desde los **65 \$/kwh** hasta los **70 \$/kwh**. Sin importar la tarifa adscrita. La ley no paga por la potencia instalada por lo que el proyecto debe ser pagado completamente por los ahorros de energía.

En el caso de proyectos de potencia instalada bajo los 10 kW, la tarifa a utilizar es la BT1 cuyo precio de transferencia es de **130 \$/kWh**. En este caso la utilidad del proyecto sube rotundamente ya que en la tarifa se está cobrando la potencia instalada del empalme eléctrico. En este caso la energía producida por los paneles solares es barata respecto del precio de la red, entonces los ahorros son mucho mayores que en el caso de tarifas en alta tensión o diferentes a BT1. Recordemos que en el caso de tarifas como AT4.3 o AT3 el precio de transferencia o ahorro de la energía es de **67 \$/kwh** .