



MEMORIA EXPLICATIVA

PROYECTO: CESFAM

SANTA CRUZ

Contenido

1.- Introducción	3
2.- Criterio del proyecto	3
3.- Ubicación de la instalación	4
4.- Descripción de la instalación	4
5.- Especificaciones Técnicas.....	6
6.- Simulación del campo fotovoltaico.....	7
7.- Separación entre filas	9
8.- Cálculos justificativos	19
9.- Cálculos de Protecciones C.A.	25
10.- Cubicación de Materiales	27

1.- Introducción

El proyecto de instalación Solar Fotovoltaica "Cesfam Santa Cruz, 30kW" apuesta por la implementación energías renovables no convencionales por medio de utilización de equipos de cogeneración solar de última tecnología. Los cuales se instalarán en las dependencias del edificio en la ciudad de SANTA CRUZ.

Este proyecto pertenece al Programa Techos Solares Públicos de la Subsecretaría de Energía del Gobierno de Chile.

Para dar cumplimiento con las normativas vigentes de la superintendencia de electricidad y combustibles (SEC), referidas a la Ley de Generación Distribuida 20.571, se expone en el siguiente informe los documentos necesarios que conforman la memoria explicativa exigida en el artículo 6.1 del "procedimiento de revisión, registro y fiscalización del TE4".

La memoria se compone con los siguientes items:

- a) Descripción del sistema conectado a la red.
- b) Cálculos justificativos conductores y protecciones.
- c) Especificaciones técnicas.
- d) Cubicación de materiales.

2.- Criterio del proyecto

El presente proyecto ha sido elaborado según los criterios indicados en las bases publicadas en el portal Chile Compra, correspondientes al Programa Techos Solares Públicos PTSP-2016-004 Sta. Cruz, y en particular el anexo 9 de las especificaciones técnicas de las mismas.

3.- Ubicación de la instalación

La instalación descrita en la presente memoria está ejecutada sobre el techo del edificio "Cesfam ", ubicado en la avenida Diego Portales N° 546 de la ciudad de Santa Cruz.



4.- Descripción de la instalación

Este proyecto define la ejecución de una instalación de generación eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos, que mediante un inversor de corriente continua / corriente alterna, inyecta en la red interior del edificio para ser auto consumida y ser aprovechada en los puntos de consumo del mismo, con la particularidad de que el excedente se inyectará a la red gracias al NET BILLING Ley 20.571 vigente en Chile.

Todo esto será registrado a través de un medidor bidireccional que será instalado o reprogramado el existente.

Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico estará constituido por 96 módulos de la marca Canadian Solar, modelo CS6X-320P de 320W de potencia nominal, ofreciendo una potencia peak de 30.720 Wp.

Los paneles se agrupan en series o Strings de 16 elementos, 5.120 Wp, por medio de cable solar de 4mm² de sección, para conseguir los correctos valores de tensión e intensidad que garanticen el óptimo funcionamiento del inversor.

Los Strings se conducen a los inversores en canalización metálica galvanizada, según la norma Chilena RGR1/2014, de los diámetros indicados en los planos adjuntos.

Los paneles se montarán sobre estructuras de aluminio del tipo COPLANAR y BULNES, según corresponda, anclada directamente a las costaneras del edificio mediante pernos de fijación, con juntas que garanticen la estanqueidad con la cubierta.

Los paneles se anclarán a la citada estructura por medio de elementos atornillados de aluminio que aseguran la fijación de los mismos a los rieles.

Inversor CC/AC

El inversor es el elemento encargado de convertir la corriente continua generada por el campo fotovoltaico en corriente alterna para ser utilizada en los consumos del edificio.

Se considera la instalación de dos inversores trifásico, de la marca FRONIUS modelo SYMO 15.0-3M de 15kW de potencia nominal.

Los polos +/- de los Strings, se conducen directamente hasta las entradas MPPT del inversor, por medio de canalización adecuada indicada en planos.

Cada una de las entradas MPPT del inversor garantiza que las series funcionen con un rendimiento óptimo a pesar de tener diferentes inclinaciones.

Tablero General Auxiliar Fotovoltaico

Una vez que el inversor convierte la corriente de corriente continua a corriente alterna trifásica, esta se dirige al Tablero Auxiliar Fotovoltaico, donde se instalan las protecciones que garantizan la seguridad de la instalación y las personas.

El armario metálico, debidamente aterrizado, cuenta con las protecciones magnetotérmicas y diferenciales descritas en los planos adjuntos.

5.- Especificaciones Técnicas

Para este proyecto se implementará un sistema de generación el cual utilizara paneles solares del tipo policristalinos, dada sus excelentes prestaciones. Entre estas destacan:

- Alta eficiencia
- Protección contra corto circuito
- Alta durabilidad
- Garantía de 20 años.

A continuación se describe brevemente la función de los equipos principales del sistema solar fotovoltaico dimensionados para este proyecto.

Paneles solares

Marca "Canadian Solar" CS6X-320P

Max Power (p max): 320W

Área: 1954 x 982 x 40mm;

Garantía de Rendimiento: 10 / 20 (25) años.

Procedencia: China



Inversor

Marca "FRONIUS" Symo 15.0-3-M

Potencia nominal: 15.000W; Trifásico

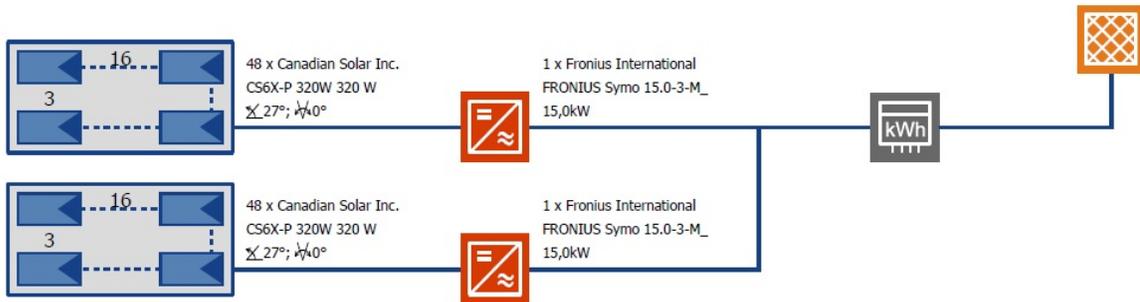


Tablero Auxiliar FV

El Tablero de protecciones está diseñado por ECOLife y contiene todas las protecciones que garantizan la seguridad del sistema de generación.

6.- Simulación del campo fotovoltaico

La siguiente simulación fue realizada con los datos climáticos proporcionados por la Facultad de Ciencias Físicas y matemáticas de la Universidad de Chile.



Ubicación:	CESFAM Santa Cruz
Archivo de datos climáticos:	UdCh (2004-2015)
Potencia FV:	30,72 kWp
Superficie FV bruta/ de referencia:	184,21 / 184,21 m ²

Irradiación sobre el generador FV:	367.044 kWh
Energía producida por el generador FV (AC):	49.134 kWh
Inyección en la red:	49.134 kWh

Grado de eficiencia del sistema:	13,4 %
Performance Ratio (Eficiencia del sistema):	80,2 %
Eficiencia del inversor:	97,0 %
Eficiencia del generador FV:	13,8 %
Rendimiento específico anual:	1.606 kWh/kWp
Emisión de CO2 evitada:	43.723 kg/a

Los resultados son calculados usando un modelo matemático. El rendimiento real del sistema FV puede variar debido a las variaciones de las condiciones climáticas, módulos, eficiencia del inversor y otros factores. El diagrama anterior es un esbozo, y no puede reemplazar el dibujo técnico profesional del sistema FV.

Sistema conectado a la red

Ubicación:	CESFAM Santa Cruz	Potencia FV:	30,72 kWp
Archivo de datos climáticos:	UdCh (2004-2015)	Superficie FV bruta/ de referencia:	184,2 m ² / 184,2 m ²
Nº. de subgeneradores:	2		

Subgenerador

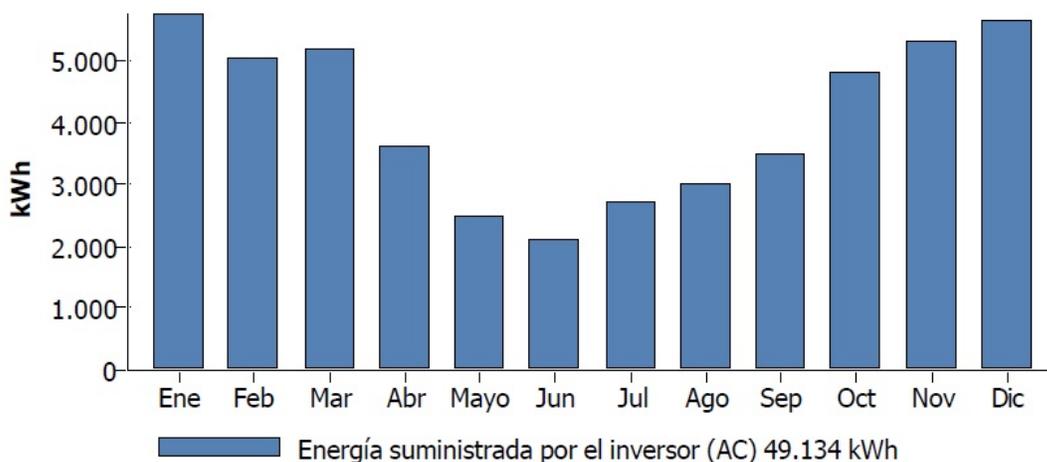
Potencia:	30,72 kW	Reflexión del suelo:	20,0 %
Superficie de referencia / bruta:	184,2 m ² / 184,2 m ²	Pérdidas de potencia por... desviación de AM 1.5:	1,0 %
Módulo FV	96 x	desviación de las especificaciones del fabricante:	1,0 %
Fabricante:	Canadian Solar Inc.	en diodos:	0,5 %
Tipo:	CS6X-320W	por ensuciamiento:	2,0 %
Potencia nominal:	320 W		
Desviación de la potencia nominal:	0 %		
Eficiencia (STC):	16,7 %		
Nº. de Módulos en serie:	16		
Tensión MPP (STC):	589 V		
Orientación:	0,0 °		
20Ángulo de inclinación:	27,0 °		
Instalación:	con ventilación trasera		
Sombra:	No		

Inversor del sistema x 2

Fabricante:	Fronius International	Rendimiento europeo:	97,7 %
Tipo:	FRONIUS Symo 15.0-3-M	Nº de seguidores de MPP:	2
Potencia:	15,00 kW	Seguimiento MPP:	200 V hasta 800 V

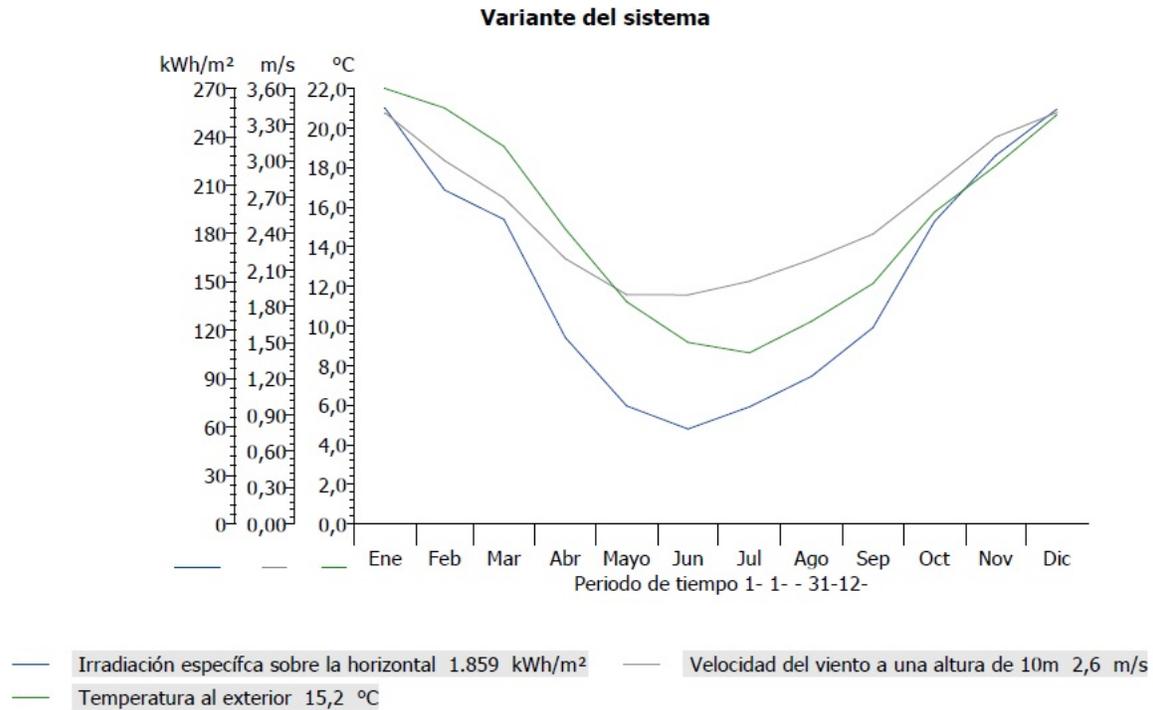
Resultados de la simulación para el sistema completo

Irradiación sobre la horizontal:	342.441 kWh	Energía producida por el generador FV:	50.625 kWh
Irradiación sobre el generador FV:	367.044 kWh	Grado de eficiencia del sistema:	13,4 %
Irradiación menos reflexión:	354.800 kWh	Performance Ratio:	80,2 %
Energía suministrada por el inversor (AC):	49.134 kWh	Rendimiento global (Final yield):	4,4 h/d
Demanda de consumo:	0 kWh	Rendimiento específico anual:	1.599 kWh/kWp
Energía suministrada por la red:	22 kWh	Eficiencia del generador:	13,8 %
Consumo propio:	22,2 kWh	Eficiencia del inversor:	97,1 %



PV*SOL Expert 6.0

Grafica de las Condiciones Climáticas



7.- Separación entre filas

No aplica en esta instalación, dado que las estructuras empleadas son de tipo COPLANAR.

Se adjuntan los data-sheet de los principales elementos del sistema:



MAXPOWER CS6X-310 | 315 | 320P

The high quality and reliability of Canadian Solar's modules is ensured by 15 years of experience in module manufacturing, well-engineered module design, stringent BOM quality testing, an automated manufacturing process and 100% EL testing.

KEY FEATURES

-  Excellent module efficiency of up to 16.68 %
-  Outstanding low irradiance performance: 96.0 %
-  +5Wp Positive power tolerance of up to 5 W
-  No. 1 PTC High PTC rating of up to 91.97%
-  IP67 junction box for long-term weather endurance
-  *** Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa
-  Salt mist, ammonia and blowing sand resistance, apply to seaside, farm and desert environments*

25 years

linear power output warranty

10 years

product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
 ISO/TS 16949:2009 / The automotive industry quality management system
 ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
 OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / MCS / CE / SII / CEC AU / INMETRO
 UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US)
 UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
 Take-e-way / UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1



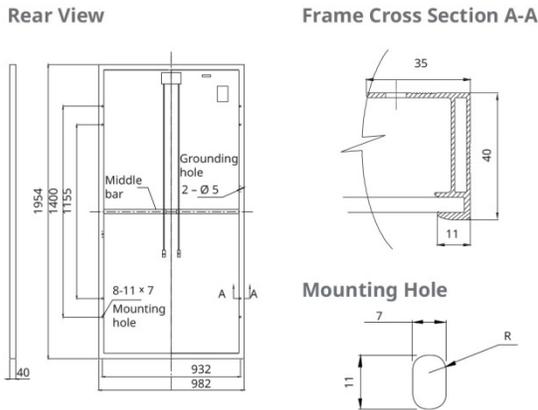
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading manufacturer of solar modules and PV project developer with over 14 GW of premium quality modules deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

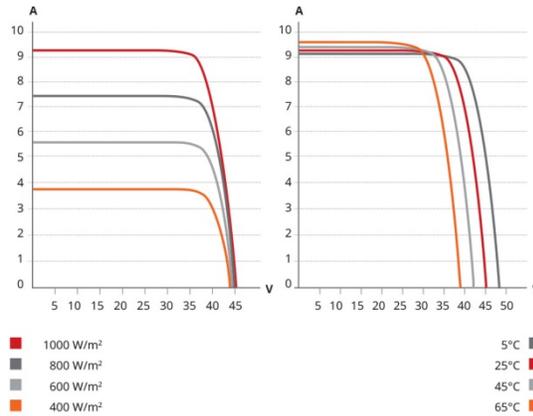
CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6X-320P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA / STC*

CS6X	310P	315P	320P
Nominal Max. Power (Pmax)	310 W	315 W	320 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.4 V	36.6 V	36.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.52 A	8.61 A	8.69 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.9 V	45.1 V	45.3 V
Short Circuit Current (Isc)	9.08 A	9.18 A	9.26 A
Module Efficiency	16.16 %	16.42 %	16.68 %
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 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.

ELECTRICAL DATA / NOCT*

CS6X	310P	315P	320P
Nominal Max. Power (Pmax)	225 W	228 W	232 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	33.2 V	33.4 V	33.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.77 A	6.84 A	6.91 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.3 V	41.5 V	41.6 V
Short Circuit Current (Isc)	7.36 A	7.44 A	7.50 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Industry leading performance at low irradiance, average relative efficiency of 96.0 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6×12)
Dimensions	1954×982×40 mm (76.9×38.7×1.57 in)
Weight	22 kg (48.5 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm² (IEC) or 4 mm² & 12 AWG 1000V (UL), 1150 mm (45.3 in)
Connectors	Friends PV2a (IEC), Friends PV2b (IEC / UL)
Standard Packaging	26 pieces, 620 kg (1366.9 lbs) (quantity & weight per pallet)
Module Pieces per Container	624 pieces (40' HQ)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

PARTNER SECTION



Scan this QR-code to discover solar projects built with this module



Ficha técnica Inversor

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

FRONIUS
SHIFTING THE LIMITS

FRONIUS SYMO

/ El inversor trifásico compacto para una máxima flexibilidad





/ Concepto de cambios de circuitos impresos



/ Sistema de montaje



/ Interface WLAN



/ Comunicación de datos abierta



/ Smart Grid Ready

/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para instalaciones de autoconsumo de pequeña potencia. El sistema de alta tensión, el amplio rango de tensión de entrada, 2 seguidores MPP y la posibilidad de usarlo sin restricciones tanto Indoor como Outdoor garantizan la máxima flexibilidad en el diseño del sistema. La Interface estándar a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado.

FRONIUS SYMO TECHNICAL DATA

INPUT DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Max. input current ($I_{dc\ max\ 1} / I_{dc\ max\ 2}$)	27.0 A / 16.5 A			33.0 A / 27.0 A	
Max. usable input current total ($I_{dc\ max\ 1} + I_{dc\ max\ 2}$)	43.5 A			51.0 A	
Max. short circuit current, module array (MPP1/MPP2)	40.5 A / 24.8 A			49.5 A / 40.5 A	
Min. input voltage ($U_{dc\ min}$)			200 V		
Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$)			200 V		
Nominal input voltage ($U_{dc\ n}$)			600 V		
Max. input voltage ($U_{dc\ max}$)			1,000 V		
MPP voltage range ($U_{app\ min} - U_{app\ max}$)	270 - 800 V	320 - 800 V		370 - 800 V	420 - 800 V
Number of MPP trackers			2		
Number of DC connections			3+3		
Max. PV generator output ($P_{dc\ max}$)	15.0 kW _{peak}	18.8 kW _{peak}	22.5 kW _{peak}	26.3 kW _{peak}	30.0 kW _{peak}
OUTPUT DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
AC nominal output ($P_{ac,n}$)	10,000 W	12,500 W	15,000 W	17,500 W	20,000 W
Max. output power	10,000 VA	12,500 VA	15,000 VA	17,500 VA	20,000 VA
AC output current ($I_{ac\ nom}$)	14.4 A	18.0 A	21.7 A	25.3 A	28.9 A
Grid connection (voltage range)			3-NPE 400 V / 230 V or 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)		
Frequency (frequency range)			50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)		
Total harmonic distortion	1.8 %	2.0 %	1.5 %	1.5 %	1.3 %
Power factor ($\cos\ \phi_{ac,n}$)			0 - 1 ind. / cap.		
GENERAL DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Item number	4,210,050	4,210,051	4,210,052	4,210,053	4,210,054
Dimensions (height x width x depth)			725 x 510 x 225 mm		
Weight	34.8 kg			43.4 kg	
Degree of protection			IP 66		
Protection class			1		
Overvoltage category (DC / AC) [§]			1 + 2 / 3		
Night-time consumption			< 1 W		
Inverter design			Transformerless		
Cooling			Regulated air cooling		
Mounting			Indoors and outdoors		
Ambient temperature range			-40 - +60 °C		
Permitted humidity			0 - 100 %		
Max. altitude			2,000 m / 3,400 m (unrestricted / restricted voltage range)		
DC connection technology			6x DC+ and 6x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²		
AC connection technology			5-pin AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²		
Certificates and compliance with standards	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

[§] According to IEC 62109-1. DIN rail for optional type 1 + 2 and type 2 overvoltage protection available.
More information about inverter availability in your country can be found at www.fronius.com.



TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas.

Norma de referencia: EN 50618/ TÜV 2Pnj 169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico esteñado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

Goma libre de halógenos

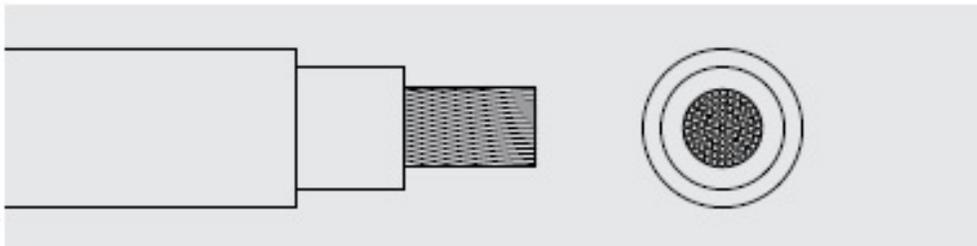
3. Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

APLICACIONES

El cable Topsolar ZZ-F es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN CA: 0,6/1kV · CC: 1,8 kV



Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Normas y certificaciones

Certificados
CE
TÜV
RoHS



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmisión luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.
Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: ADB sumergida.



Otros

Marcaje: metro a metro.
Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Condiciones de instalación

Al aire.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



Embalaje

Disponible en rollos con film retráctilado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.



 **Top Cable**



DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	Aire Ubre (Å)	Int. Sobre Superficie (Å)	Int. Adyacente a Superficie (Å)	Cable tensionado (N/A - km)
1x 2,5	5,0	42	41	39	38	20,0
1x 4	5,3	57	55	52	44	14,3
1x 6	5,9	76	70	67	67	9,99
1x 10	7,0	129	98	93	79	6,46
1x 16	8,2	179	132	125	107	3,47
1x 25	10,8	294	176	167	142	2,23
1x 35	11,9	390	218	207	176	1,58

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com






TOXFREE ZH RZ1-K (AS) | 82



TOXFREE ZH RZ1-K (AS)

Cable flexible de potencia, libre de halógenos, para locales de pública concurrencia.

Norma de referencia: IEC 60502-1 / UNE 2123-4

DISEÑO

1. Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

2. Aislamiento

Poliétileno reticulado (XLPE).

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

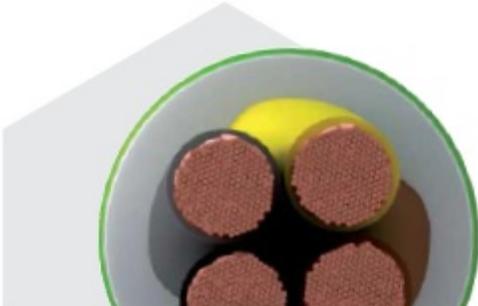
1 x	Natural
2 x	Azul + Marrón
3 G	Azul + Marrón + Amarillo/Verde
3 x	Marrón + Negro + Gris
3 x + 1 x	Marrón + Negro + Gris + Azul (sección reducida)
4 G	Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde
4 x	Marrón + Negro + Gris + Azul
5 G	Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde
6 ó más	negros numerados + amarillo/verde

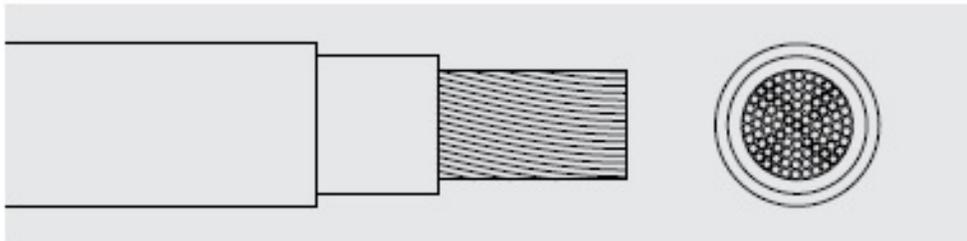
3. Cubierta

Polioléfina ignífuga, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Cable no propagador del incendio.

APLICACIONES

El Toxfree ZH RZ1-K (AS) es un cable libre de halógenos, con baja emisión de humos y no propagador del incendio. Su instalación es de uso obligado en locales de pública concurrencia como: hospitales, escuelas, museos, aeropuertos, estaciones de autobús, comercios en general.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 0,6/1kV



Norma de referencia

IEC 60502-1 / UNE 21023-4



Normas y certificaciones

ITC: 9/14/15/20/28/30/31

Certificados

CE
SEC
AENOR
RoHS



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -60°C (estático con protección).



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
No propagación del incendio según UNE-EN 60332-3 e IEC 60332-3.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 5 x diámetro exterior.
Resistencia a los Impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a los ataques químicos: aceptable.
Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 21605.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD5 chorros de agua.



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.



Aplicaciones

Uso industrial.
Locales de pública concurrencia.



Embalaje

Disponible en rollos con film retráctilado (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.





DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	6,1	57	29	29	17,7
1 x 4	6,7	73	40	37	11
1 x 6	7,1	93	53	46	7,32
1 x 10	8,1	136	74	61	4,23
1 x 16	9,1	192	101	79	2,68
1 x 25	11	288	135	101	1,73
1 x 35	12,1	380	169	122	1,23
1 x 50	13,8	520	207	144	0,86
1 x 70	15,9	716	268	178	0,603
1 x 95	17,6	924	328	211	0,457
1 x 120	19,4	1.167	383	240	0,357
1 x 150	21,5	1.456	444	271	0,286
1 x 185	24,1	1.762	510	304	0,235
1 x 240	26,9	2.283	607	351	0,178
1 x 300	29,6	2.851	703	396	0,142
1 x 400	33,8	3.735	823	464	0,108
1 x 500	38	4.845	946	525	0,085
1 x 630	43,1	6.311	1.088	596	0,064
2 x 1,5	8,3	97	26	26	34
2 x 2,5	9,2	127	36	34	20,4
2 x 4	10,2	168	49	44	12,7
2 x 6	11,1	217	63	56	8,45
2 x 10	13	323	86	73	4,89
2 x 16	15,8	490	115	95	3,1
3 G 1,5	9	116	26	26	34
3 G 2,5	9,8	151	36	34	20,4
3 G 4	11	206	49	44	12,7
3 G 6	11,9	269	63	56	8,45
3 G 10	14,1	412	86	73	4,89
3 x 16	16,9	624	100	79	2,68
3 x 25	20,6	953	127	101	1,73
3 x 35	23,4	1.276	158	122	1,23
3 x 50	26,8	1.752	192	144	0,86
3 x 70	31,5	2.436	246	178	0,603
3 x 95	35,5	3.230	298	211	0,457
3 x 120	39,8	4.110	346	240	0,357
3 x 16 + 1 x 10	18	724	100	79	2,68
3 x 25 + 1 x 16	21,8	1.097	127	101	1,73
3 x 35 + 1 x 16	24,1	1.405	158	122	1,23
3 x 50 + 1 x 25	28,1	1.970	192	144	0,86
3 x 70 + 1 x 35	32,6	2.722	246	178	0,603
3 x 95 + 1 x 50	37	3.597	298	211	0,457
3 x 120 + 1 x 70	41,5	4.609	346	240	0,357
3 x 150 + 1 x 70	44,9	5.579	399	271	0,286
3 x 185 + 1 x 95	51,5	6.926	456	304	0,235

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
3 x 240 + 1 x 120	58,8	9.030	538	351	0,178
4 G 1,5	9,7	136	23	22	29,5
4 G 2,5	10,8	184	32	29	17,7
4 G 4	12	252	42	37	11
4 G 6	13,2	334	54	46	7,32
4 G 10	15,4	513	75	61	4,23
4 x 16	18,7	783	100	79	2,68
4 x 25	23,1	1.204	127	101	1,73
4 x 35	25,5	1.616	158	122	1,23
4 x 50	30,3	2.242	192	144	0,86
4 x 70	35,3	3.119	246	178	0,603
4 x 95	39,4	4.035	298	211	0,457
4 x 120	43,6	5.104	346	240	0,357
4 x 150	49,8	6.569	399	271	0,286
4 x 185	56,5	8.063	456	304	0,235
4 x 240	63,1	10.421	538	351	0,178
5 G 1,5	10,3	159	23	22	29,5
5 G 2,5	11,6	217	32	29	17,7
5 G 4	13	302	42	37	11
5 G 6	14,4	404	54	46	7,32
5 G 10	16,9	627	75	61	4,23
5 G 16	20,4	956	100	79	2,68
5 G 25	25,1	1.469	127	101	1,73
5 G 35	28,1	1.968	158	122	1,23
5 G 50	33,7	2.779	192	144	0,86
5 G 70	39,3	4.046	246	178	0,603
5 G 95	45	5.271	298	211	0,457
7 G 1,5	11,3	200	26	26	33,9
7 G 2,5	12,8	280	36	34	20,4
8 G 1,5	12,4	225	26	26	33,9
8 G 2,5	13,9	315	36	34	20,4
10 G 1,5	13,4	265	26	26	33,9
10 G 2,5	14,9	375	36	34	20,4
12 G 1,5	14,1	305	26	26	33,9
12 G 2,5	17,2	460	36	34	20,4
14 G 1,5	15,8	360	26	26	33,9
14 G 2,5	17,8	505	36	34	20,4
16 G 1,5	16,3	400	26	26	33,9
16 G 2,5	18,5	570	36	34	20,4
19 G 1,5	17	450	26	26	33,9
19 G 2,5	19,5	650	36	34	20,4
24 G 1,5	19,2	550	26	26	33,9
24 G 2,5	24,7	850	36	34	20,4
27 G 1,5	20,4	600	26	26	33,9
27 G 2,5	24,2	890	36	34	20,4

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com



8.- Cálculos justificativos

Tablas para cálculo de secciones.

Tabla N° 8.7
Intensidad de Corriente Admisible para Conductores Aislados
Fabricados según Normas Europeas. Secciones Milimétricas.
Temperatura de Servicio: 70° C; Temperatura Ambiente: 30° C.

Sección nominal [mm ²]	Corriente admisible Amperes [A]		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0,75	-	12	15
1	11	15	19
1,5	15	19	23
2,5	20	25	32
4	25	34	42
6	33	44	54
10	45	61	73
16	61	82	98
25	83	108	129
35	103	134	158
50	132	167	197
70	164	207	244
95	197	249	291
120	235	291	343
150	-	327	382
185	-	374	436
240	-	442	516
300	-	510	595
400	-	-	708
500	-	-	809

Grupo 1: Conductores monopolares en tuberías.

Grupo 2: Conductores multipolares con cubierta común; cables planos, cables móviles, portátiles y similares.

Grupo 3: Conductores monopolares tendidos libremente al aire con un espacio mínimo entre ellos igual al diámetro del conductor.

Tabla 1; Tabla de selección de sección de cable

Tabla N° 8.8
Factor de Corrección de Capacidad de Transporte de Corriente
por Cantidad de Conductores en Tubería.

Cantidad de conductores	Factor de corrección f_n
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

Tabla 2; Tabla de coeficiente de corrección por número de conductores

Temperatura Ambiente °C	Temperatura nominal de los conductores			
	60°C	75°C	90°C	105°C
30	1	1	1	1
31-35	0,91	0,94	0,96	0,97
36-40	0,82	0,88	0,91	0,93
41-45	0,71	0,82	0,87	0,89
46-50	0,058	0,75	0,82	0,86
51-55	0,041	0,67	0,76	0,82
56-60	-	0,58	0,71	0,77
61-70	-	0,33	0,58	0,68
71-80	-	-	0,41	0,58

Tabla 3; Tabla de coeficientes de corrección por temperatura RGR 2/2014

Conductor CC Paneles a Inversor I y II

Se dimensiona el conductor del String más desfavorable con las siguientes hipótesis:

- Número de paneles por String: 16 paneles
- Longitud del conductor: 75 metros
- Máxima caída de tensión: 1,5% en generador según RGR N°2/2014
- Tensión MPT módulos/String: 36,8 Vcc / 589 Vcc
- Temp. ambiente/Temp. Nominal: 36-40°C/60°C
- Corriente corto circuito (Isc) 9,26 A
-

Cálculo de corriente:

- Según el RGR2/2014:

$$I_T = I_{STRING} \times 1,25 = 9,26 A \times 1,25 = \mathbf{11,57 A}$$

- Aplicando el factor de corrección de temperatura: 0,93

$$I_{Temp} = \frac{I_T}{F_T} = \frac{11,57A}{0,93} = \mathbf{12,44 A}$$

- Aplicando el factor de corrección por número de conductores: 0,8

$$I_{Cond} = \frac{I_T}{F_C} = \frac{12,57A}{0,8} = \mathbf{15,71A}$$

Cálculo de sección:

- Sustituyendo valores en la fórmula:

$$S = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{V_p} = \frac{2 \times 0,018 \times 75 \times 15,71}{1,5\% \times 589} = \frac{42,42}{8,84} = \mathbf{4,79 mm^2}$$

Con estos datos obtenemos una intensidad máxima corregida de **15,71 A**, lo que con un tipo de conducción, conductores aislados en tubos superficiales de la tabla 1, nos devuelve una sección de **2,5mm²**.

Teniendo en cuenta que según el reglamento RGR 2/2014 los conductores no serán inferiores a **2,5mm²**, y que los conductores proporcionados por los paneles son de **4mm²** de sección, y ajustándonos a las tablas de capacidad del fabricante del cable, seleccionamos una sección del conductor de **6mm²**.

Caida de tensión:

$$V_p = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{S} = \frac{2 \times 0,018 \times 75 \times 12,44}{6} = \frac{33,58}{6} = 5,59 \text{ V}$$

$$5,59\text{V} \rightarrow 0,94 \% \therefore < 1,5 \%$$

El resultado es menor a 1,5 %, como lo requiere la norma RGR N° 02/2014

Conductor CA, Inversor I y II 15 kW a Tablero Auxiliar Fotovoltaico

Se dimensiona el conductor para el inversor de potencia nominal 15 kW:

Debido que los inversores son de la misma potencia y están separados a la misma distancia, se realizara un solo cálculo para los dos inversores

- Potencia nominal inversor: 15.000 W
- Longitud del conductor: 3 metros
- Máxima caída de tensión: 3% en generador según RGR n°2/2014
- Tensión de salida inversor: 380 Vca
- Corriente máxima de salida del inversor: 21,7A
- Temp. ambiente/Nominal: 40°C/60°C
- Resistividad del cobre: 0,018

Cálculo de corriente:

- Según el RGR2/2014:

$$I_T = \frac{P}{\sqrt{3} \times V} \times 1,25 = \frac{15.000W}{\sqrt{3} \times 380} \times 1,25 = 22,79 \times 1,25 = 28,49A$$

NOTA: La máxima corriente de salida del inversor es de 21.7 A, por lo tanto será la utilizada. $\therefore I = 21,7 \times 1,25 = 27,13A$

- Aplicando el factor de corrección de temperatura: 0,91

$$I_{Temp} = \frac{I_T}{F_T} = \frac{27,13}{0,91} = 29,81 A$$

- Aplicando el factor de corrección por número de conductores: 0,8

$$I_{Cond} = \frac{I_{Temp}}{F_C} = \frac{29,81A}{0,8} = 37,26A$$

Cálculo de sección:

- Sustituyendo valores en la fórmula:

$$S = \frac{\rho \times L \times I \times \sqrt{3}}{V_p} = \frac{0,018 \times 3 \times 37,26 \times \sqrt{3}}{(3\% \times 380)} = \frac{3,48}{11,40} = \mathbf{0,30 \text{ mm}^2}$$

Con estos datos obtenemos una intensidad máxima corregida de **37,26 A**, según Intensidades máximas admisibles IEC 60364-5-52, conductores multipolares con cubierta común de la tabla 1, una sección de **6 mm² (44 Amp.)**

Caída de tensión:

$$V_p = \frac{\rho \times L \times I \times \sqrt{3}}{S} = \frac{0,018 \times 3 \times 37,26 \times \sqrt{3}}{6} = \frac{3,48}{6} = \mathbf{0,58 \text{ V}}$$

$$0,58\text{V} \rightarrow 0,15\% \therefore < 3\%$$

El resultado es menor a 3 %, como lo requiere la norma RGR N° 02/2014

Conductor CA, de Tablero Auxiliar Fotovoltaico a Tablero punto de conexión

- Potencia nominal inversor:	15.000 W+15.000 W
- Longitud del conductor:	24 metros
- Máxima caída de tensión:	3% en generador según RGR n°2/2014
- Tensión de salida inversor:	380 Vca
- Corriente máxima del T.A.FV	(37,26 x 2) 74,52A
- Temp. ambiente/Nominal:	40°C/60°C
- Resistividad del cobre:	0,018

Cálculo de sección:

- Sustituyendo valores en la fórmula:

$$S = \frac{\rho \times L \times I \times \sqrt{3}}{V_p} = \frac{0,018 \times 24 \times 74,52 \times \sqrt{3}}{(3\% \times 380)} = \frac{55,75}{11,40} = 4,89 \text{ mm}^2$$

Con estos datos obtenemos una intensidad máxima corregida de **74,52 A**, según Intensidades máximas admisibles IEC 60364-5-52, conductores multipolares con cubierta común de la tabla 1, grupo 2, nos da una sección comercial de **16 mm² (82 Amp.)**

Caída de tensión:

$$V_p = \frac{\rho \times L \times I \times \sqrt{3}}{S} = \frac{0,018 \times 24 \times 74,52 \times \sqrt{3}}{16} = \frac{55,75}{16} = 3,48 \text{ V}$$

$$3,48\text{V} \rightarrow 0,91 \% \therefore < 3 \%$$

El resultado es menor a 3 %, como lo requiere la norma RGR N° 02/2014

9.- Cálculos de Protecciones C.A.

Dimensionamiento de Termomagnético Tablero Auxiliar Fotovoltaico para Inversor I y II (15kW).

Se dimensionan las protecciones magneto-térmicas de los Inversores de 15 kW bajo las siguientes premisas:

La corriente máxima de salida de los Inversores es de 21,7 A por lo tanto:

$$I_t = I_{maxima} \times 1,25$$

$$I_t = I_{maxima} \times 1,25 = 21,7 \times 1,25 = \mathbf{27,12 A}$$

Según esta Corriente, la protección a utilizar será tripolar, de **32 A, 10kA curva "C"**

Dimensionamiento de Diferencial Tablero Auxiliar Fotovoltaico

La corriente nominal de la protección diferencial será mayor o igual a la de la protección magneto-térmica.

$$I_{DIF} \geq I_{MT}$$

Por lo tanto la protección diferencial utilizada será Tetra polar de **40A, 300mA** de sensibilidad clase AC.

Criterios de selectividad

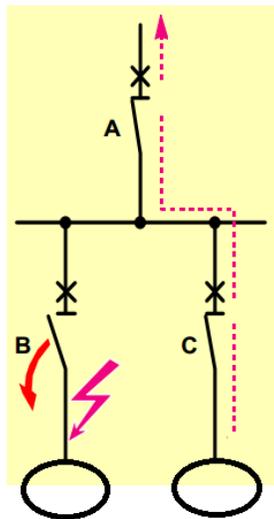
La selectividad se consigue por intermedio de dispositivos de protección automáticos, si ocurre una condición de defecto en cualquier punto de la instalación y es eliminada por el dispositivo de protección situado inmediatamente aguas arriba del defecto, de esta forma no se afectan las demás protecciones eléctricas, ni las cargas asociadas o los Inversores conectados.

Existen 4 tipos de selectividad

- Ampermétrica
- Cronométrica
- Energética
- Lógica

Nosotros utilizaremos selectividad **Ampermétrica**.

La selectividad entre los interruptores automáticos A y B es total si el valor máximo de la ICC de la protección B no supera el ajuste de disparo por Corto Circuito del Interruptor A. En esta condición solo disparara el Interruptor automático B. y seguirá inyectando el inversor conectado a la protección C



10.- Cubicación de Materiales

Cubicación de Materiales		
Estructura Coplanar	Ud.	96
Módulo 320 Wp	Ud.	96
Perfil Coplanar 50 L=5350mm	Ud.	38
Grapa Correa	Ud.	0
Tornillo hexagonal Din 933 M8x25 mm A2 Inox	Ud.	0
Tuerca hexagonal Din 6923 M8 A2 Inox	Ud.	0
Grapa Final universal	Ud.	77
Tornillo cabeza Martillo M8x70mm A2 inox	Ud.	77
Grapa intermedia de Panel 26mm	Ud.	154
Tornillo cabeza martillo M8x65mm A2 Inox	Ud.	154
Conector Coplanar 50	Ud.	15
Junta EPDM 50x30x3mm. c/adhesivo a doble cara	Ud.	154
Auto taladrante JT3-6-5.5X50 mm E16	Ud.	154
Auto taladrante JT3-D-6H-5.5/6.3X 127mm E16	Ud.	154
Auto taladrante JT3-D-12H-5.5/6.3X 118mm E16	Ud.	154
Inversor Fronius 15KW	Ud.	2
Top Solar ZZ-F 1x4 mm ²	ml.	1.000
Toxfree ZH RZ1-K 1x6 mm ²	ml.	150
Cable desnudo 8 AWG	ml.	160
Cable Amarillo/Verde 6 mm ²	ml.	100
Bandeja Metálica cerrada 100x50x3000	ml.	160
Tapa bandeja 100x1500	ml.	160
Acero flexible 1 1/2"	ml.	20
Racor 1 1/2"	Ud.	4
Caja 100x100 metálica	Ud.	4
Caja 150x100 metálica	Ud.	2
Amarras Plásticas C/UV	Ud.	600
Perno partido bronce	Ud.	80
Armario 800/600/200	Ud.	1
Armario 500/400/200	Ud.	1
Automático 4P/63A	Ud.	1
Automático 3P/32A	Ud.	2

Automático 1P/6A	Ud.	1
Automático 1P/10A	Ud.	1
Automático 1P/16A	Ud.	1
Diferencial 2P/25A/30mA	Ud.	1
Diferencial 4P/40A/30mA	Ud.	2
Diferencial 4P/40A/30mA	Ud.	2
Contactador 3P/63A/Bobina 220 Vac	Ud.	1
Piloto led	Ud.	3
Selector I o II	Ud.	1
Repartidor 3F+N 125A	Ud.	1
Borne bifásico 125A	Ud.	1
Fusibles 8x32 (2A-250Vac)	Ud.	3
Bandeja Lina 60x80	Ud.	2
Ferrul 4mm	Ud.	
Adaptador para riel Din	Ud.	1
Modulo Enchufe 10-16 Bticino	Ud.	1
Conector MC4 Pareja M/H	Ud.	13
Bandeja Lisa Galvanizada 100x50	Ud.	130
tapa lisa galvanizada	Ud.	130
curvas vertical galvanizas	Ud.	1
curva horizontal lisa galvanizada	Ud.	9
curva tee lisa galvanizada	Ud.	1
riel galvanizado 42x42	Ud.	4
riel 19x35 galvanizado 19x35	Ud.	1

Informe del Potencial Solar

CESFAM santa Cruz

Resumen

Ubicación

Latitud -34.6343°S
Longitud -71.3688°O
Altura 170 metros



Radiación

RADIACIÓN ANUAL	Global Horizontal (KWh/m ² /día)	Global Inclinado ^{35°} (KWh/m ² /día)	Directa Normal (KWh/m ² /día)	Difusa Horizontal (KWh/m ² /día)
	5.23	5.75	7.05	0.95

Sistema Fotovoltaico

Capacidad Instalada:				1 kW			
Tipo de Arreglo				Modulos Fotovoltaicos			
Configuración	Montaje	Inclinación	Azimut	Sensibilidad Temperatura	Cobertura	Eficiencia Inversor	Otras pérdidas
Orientación Fija	Aislado	35	0	-0.45	Vidrio	0.96	14

Total Diario

4.35 kWh

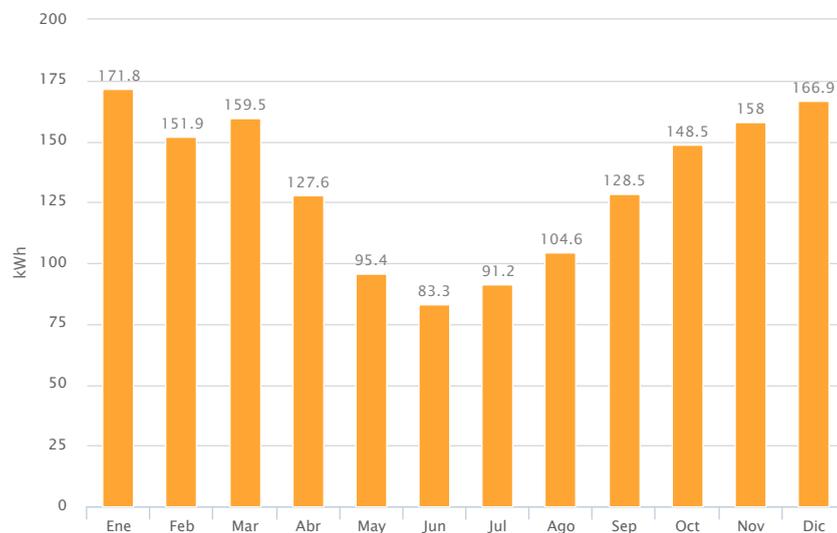
Total Anual

1588 kWh

Factor de Planta

18.1%

Generación Eléctrica Mensual



Generación Eléctrica Mensual

Introducción

En el presente informe se presenta información sobre el recurso solar basado en la modelación numérica de la transferencia de radiación solar en la atmósfera y en datos satelitales de alta resolución. El producto obtenido ha sido validado con observaciones, sin embargo, no debe ser considerado como definitivo antes de ser corroborado con mediciones in situ.

El modelo utilizado para la transferencia radiativa en cielo despejado es el modelo CLIRAD-SW, el cual considera las interacciones de la radiación con la atmósfera para 11 bandas espectrales de manera independiente. El modelo utiliza datos de temperatura, humedad y aerosoles de reanálisis y datos climatológicos de CO₂, CH₄ y O₃.

La información para la nubosidad que se ha utilizado proviene de los satélites GOES-EAST para los años 2004 a 2014. Con esta base de datos se ha identificado la nubosidad y sus características radiativas, y a través de un modelo empírico se ha modificado el resultado obtenido para una atmósfera con cielo despejado para adaptarlo a una condición de cielo nublado.

Modelo	modelo completo
Versión	2.1
Período Simulado	2004 a 2015

El modelo genera información sobre la radiación (global y directa), la nubosidad, las sombras proyectadas por la topografía, la temperatura y la velocidad del viento en el sitio seleccionado.

La radiación que alcanza la superficie es la suma de los rayos que vienen directamente del disco solar, lo que se denomina **radiación directa**, de los rayos que han sido dispersados por la atmósfera y que por lo tanto provienen de distintas partes del cielo, lo que se conoce como **radiación difusa** y de la radiación que se refleja en el suelo (que corresponde a un pequeño porcentaje del total). A la suma de estas componentes se le denomina **radiación global**. Los paneles fotovoltaicos aprovechan todas las componentes de la radiación global.

Este informe contiene la información previamente descrita y además una estimación de la **Generación Fotovoltaica** basada en un modelo simple de paneles fotovoltaicos, de acuerdo a los datos ingresados por el usuario, que toma en cuenta el impacto de la radiación incidente y de las condiciones meteorológicas en la eficiencia de estos.

Sitio

A continuación se muestran las características topográficas del sitio escogido por el usuario.

Nombre del sitio:	CESFAM santa Cruz
Latitud:	34.6343°S
Longitud:	71.3688°O
Elevación:	170.0 metros

Tabla: Ubicación del sitio seleccionado

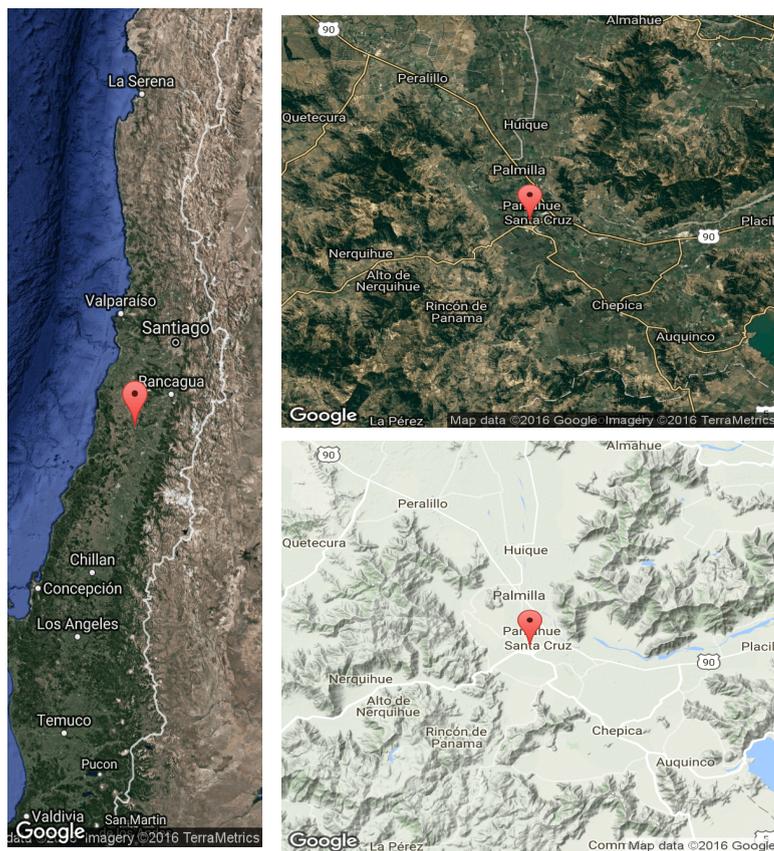


Figura: Mapa del sitio seleccionado

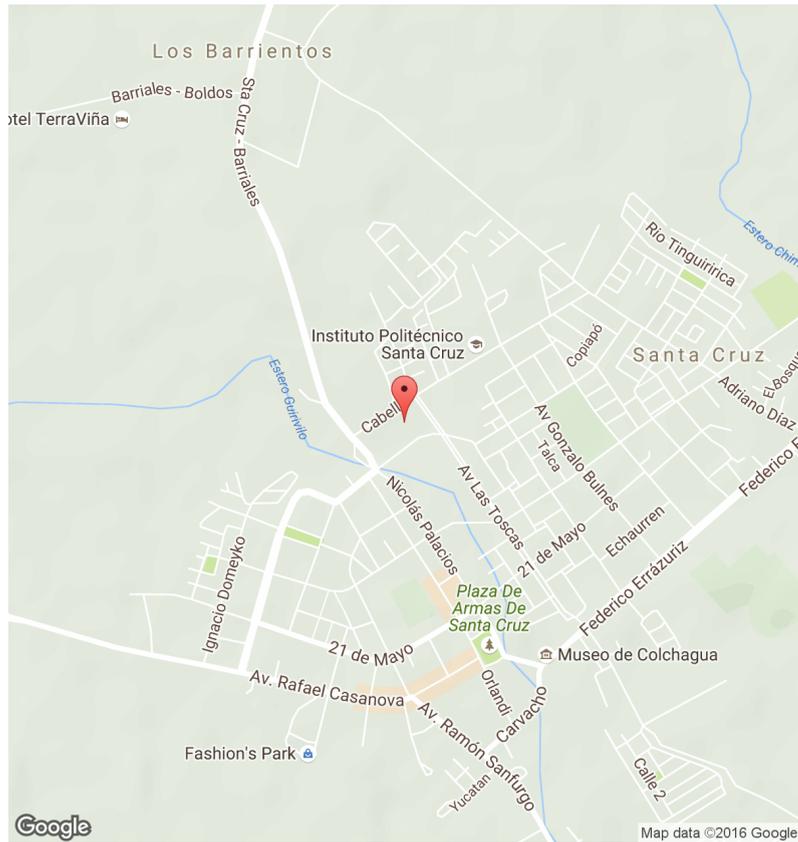


Figura: Mapa topográfico del entorno del sitio seleccionado

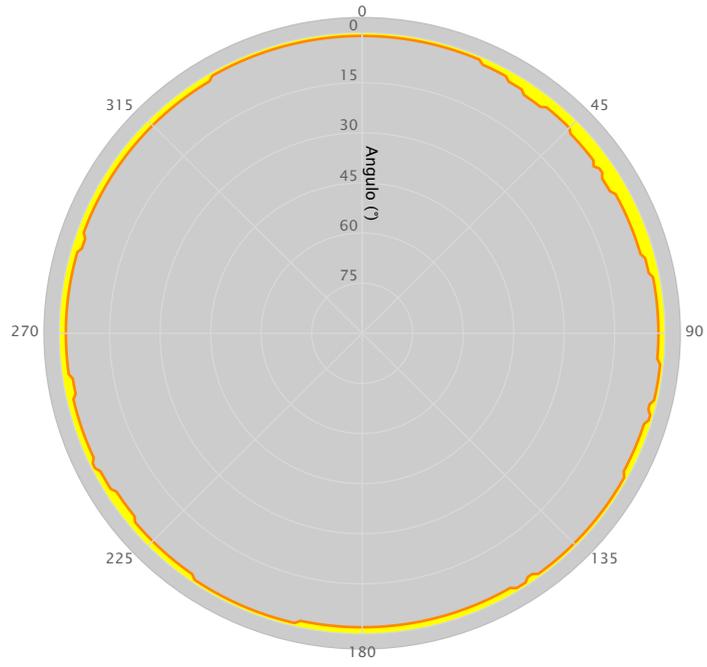
Topografía Circundante

La topografía alrededor del sitio puede generar sombras en ciertas horas y meses del año.

A continuación se muestra un gráfico con los ángulos entre el sitio de interés y los obstáculos topográficos más altos sobre el horizonte en los 360° alrededor de éste, donde el norte corresponde a los 0° y los ángulos aumentan hacia el este.

Altitud	Fracción de horas con sombras
170 msnm	3%

Elevación del horizonte



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Figura: Altura angular de la topografía sobre el horizonte en 360° alrededor del sitio (0° norte, 90° este, 180° sur, 270° oeste).

Generación Fotovoltaica

Características del Arreglo Fotovoltaico

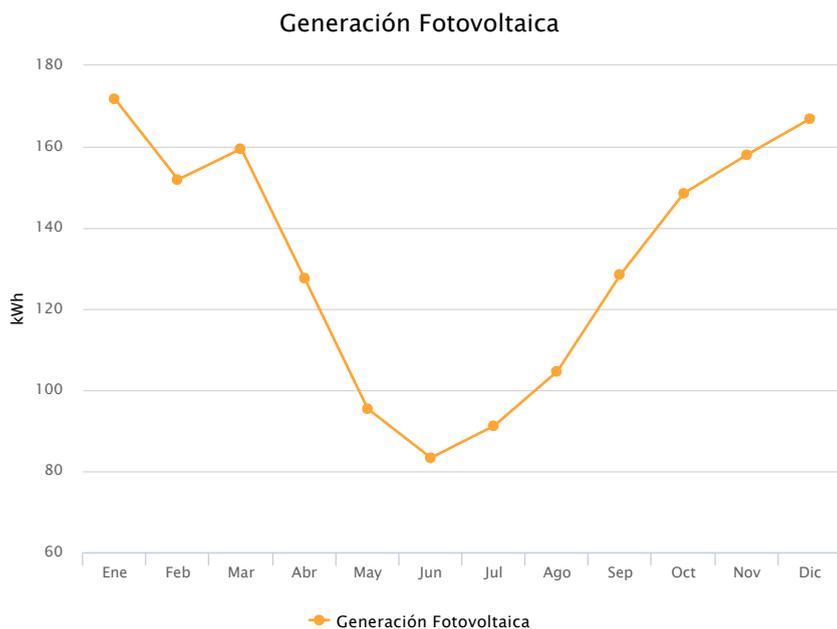
Las características del sistema ingresadas por el usuario para la simulación de la generación fotovoltaica son las siguientes:

Capacidad Instalada:				1 kW			
Tipo de Arreglo				Modulos Fotovoltaicos			
Configuracion	Montaje	Inclinacion	Azimut	Sensibilidad Temperatura	Cobertura	Eficiencia Inversor	Otras perdidas
Orientacion Fija	Aislado	35	0	-0.45	Vidrio	0.96	14

Tabla: Características de los paneles fotovoltaicos, inversor y pérdidas definidas por el usuario.

Ciclo Anual de la Generación PV

Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
132.3	171.8	151.9	159.5	127.6	95.4	83.3	91.2	104.6	128.5	148.5	158.0	166.9



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Figura: Promedio de la generación total mensual.

Ciclo Diario de la Generación PV

kWh																							
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.06	0.2	0.36	0.48	0.56	0.6	0.6	0.54	0.45	0.31	0.14	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Generación Fotovoltaica

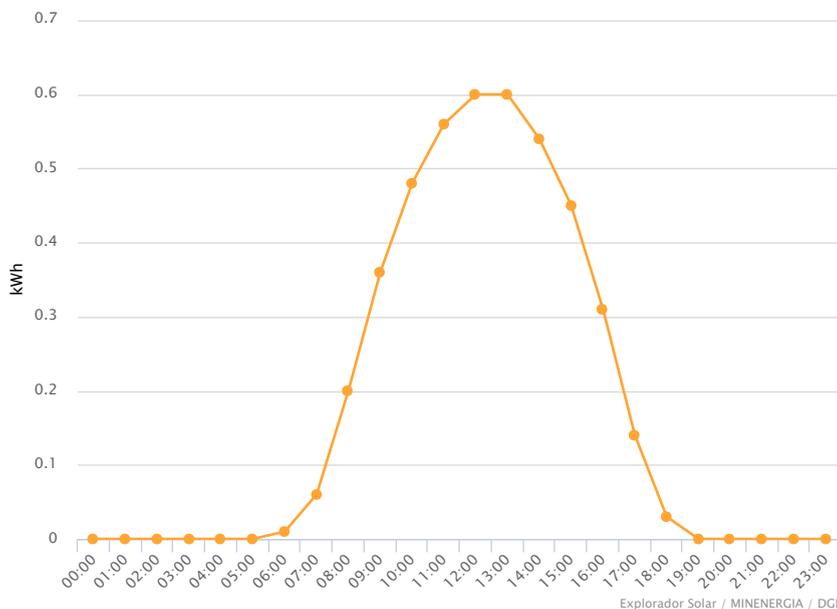


Figura: Promedio de la generación fotovoltaica en una hora.

Variabilidad Año a Año de la Generación PV

kWh												
Promedio	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1586.0	1559.7	1515.9	1533.8	1580.8	1609.5	1578.6	1716.3	1681.4	1592.9	1585.4	1533.5	1543.7

Generación Fotovoltaica

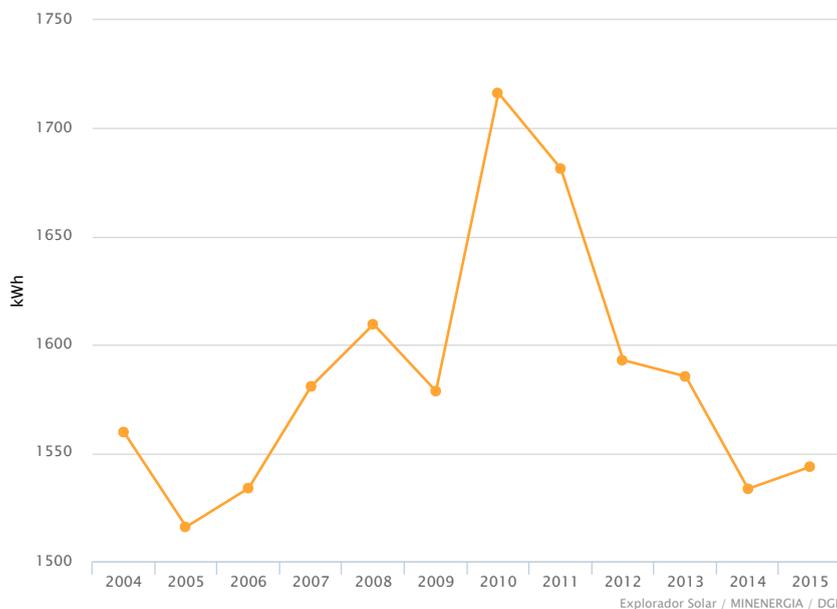


Figura: Generación fotovoltaica total en cada año de simulación.

Radiación

Las siguientes tablas y gráficos muestran los promedios de la radiación global, la radiación directa y la radiación difusa incidente sobre un panel orientado según la configuración descrita en el capítulo anterior, para distintas escalas de tiempo.

Insolación Mensual

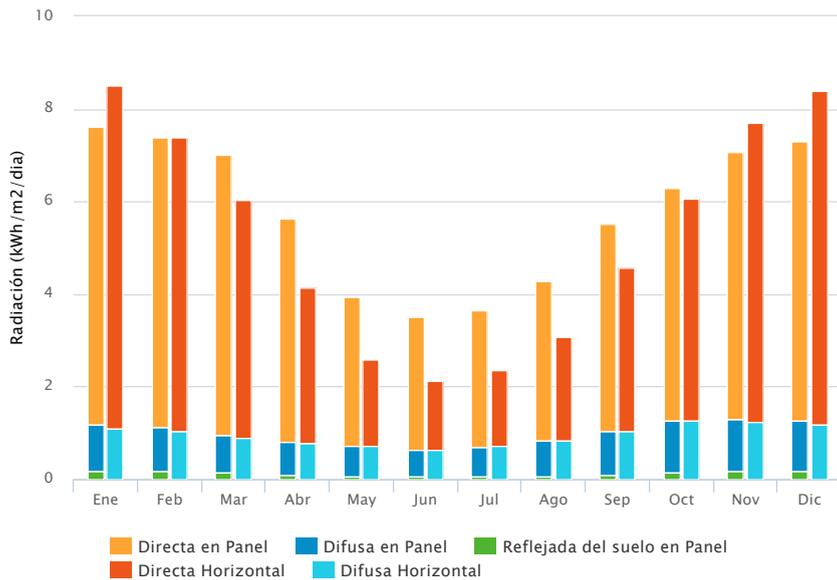
Radiación incidente en plano horizontal

	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	4.29	7.41	6.35	5.14	3.35	1.86	1.5	1.64	2.25	3.55	4.79	6.45	7.21
Difusa (kWh/m ² /día)	0.95	1.1	1.04	0.89	0.78	0.73	0.63	0.71	0.82	1.03	1.26	1.24	1.19
Global (kWh/m ² /día)	5.24	8.52	7.4	6.02	4.13	2.59	2.14	2.34	3.07	4.58	6.05	7.69	8.41

Radiación incidente en panel

	Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Directa (kWh/m ² /día)	4.78	6.43	6.27	6.06	4.82	3.21	2.87	2.97	3.45	4.49	5.01	5.79	6.02
Difusa (kWh/m ² /día)	0.87	1.0	0.95	0.81	0.71	0.67	0.58	0.64	0.75	0.93	1.14	1.12	1.09
Suelo (kWh/m ² /día)	0.11	0.18	0.16	0.13	0.09	0.06	0.05	0.05	0.07	0.1	0.13	0.17	0.18
Global (kWh/m ² /día)	5.76	7.62	7.38	7.0	5.63	3.94	3.49	3.67	4.26	5.52	6.28	7.08	7.29

Variación anual de la radiación



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Figura: Promedio mensual de la insolación diaria incidente en el panel PV, separada en sus componentes directa, difusa y reflejada del suelo.

Ciclo Diario de la Radiación

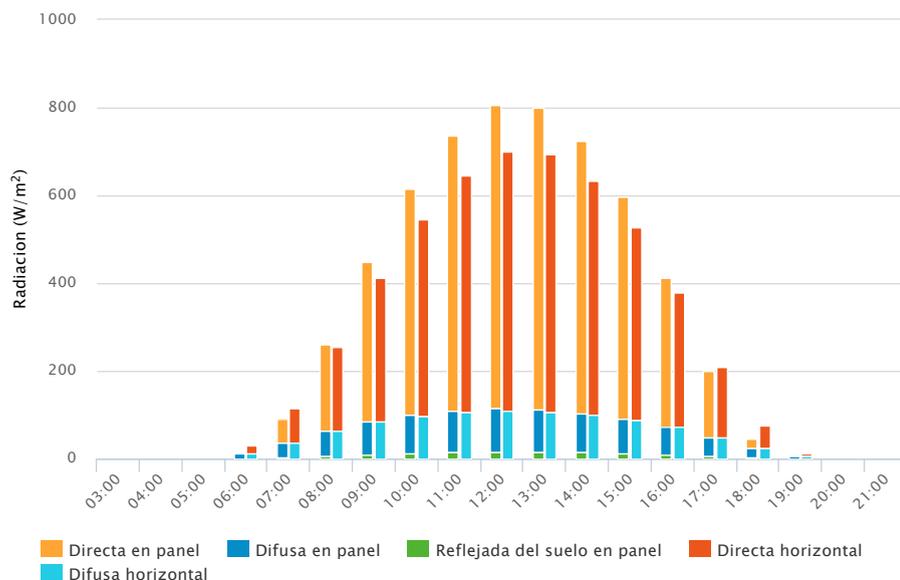
Radiación incidente en plano horizontal

	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
Directa (W/m ²)	0	0	0	18	80	192	326	448	541	592	589	533	437	305	161	54	6	0	0
Difusa (W/m ²)	0	0	1	13	35	63	85	97	105	108	106	99	89	73	48	23	5	0	0
Global (W/m ²)	0	0	2	32	116	255	411	545	646	700	695	632	526	377	209	77	11	0	0

Radiación incidente en panel

	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
Directa (W/m ²)	0	0	0	2	55	198	364	513	627	691	688	620	504	339	152	22	0	0	0
Difusa (W/m ²)	0	0	1	12	32	58	77	89	96	99	97	90	81	66	44	21	5	0	0
Suelo (W/m ²)	0	0	0	1	3	6	9	12	14	15	15	14	11	8	5	2	0	0	0
Global (W/m ²)	0	0	1	15	89	261	450	613	737	805	800	723	596	413	200	45	5	0	0

Ciclo diario de la radiación



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Figura: Promedio horario de la radiación global instantánea incidente en el panel, separada en sus componentes directa, difusa y reflejada del suelo.

Variabilidad Año a Año de la Radiación

Radiación incidente en plano horizontal

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Directa (kWh/m ² /día)	4.2	4.1	4.19	4.31	4.42	4.26	4.62	4.53	4.3	4.2	4.16	4.1
Difusa (kWh/m ² /día)	0.96	0.98	0.94	0.95	0.91	0.95	0.91	0.93	0.96	0.99	0.97	0.97
Global (kWh/m ² /día)	5.16	5.09	5.13	5.26	5.33	5.21	5.53	5.46	5.26	5.18	5.13	5.07

Radiación incidente en panel

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Directa (kWh/m ² /día)	4.67	4.5	4.61	4.76	4.91	4.76	5.27	5.13	4.79	4.73	4.58	4.6
Difusa (kWh/m ² /día)	0.88	0.89	0.85	0.87	0.83	0.86	0.83	0.85	0.88	0.9	0.88	0.88
Suelo (kWh/m ² /día)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11
Global (kWh/m ² /día)	5.65	5.5	5.57	5.74	5.85	5.73	6.22	6.1	5.78	5.74	5.57	5.6

Variación interanual de la radiación

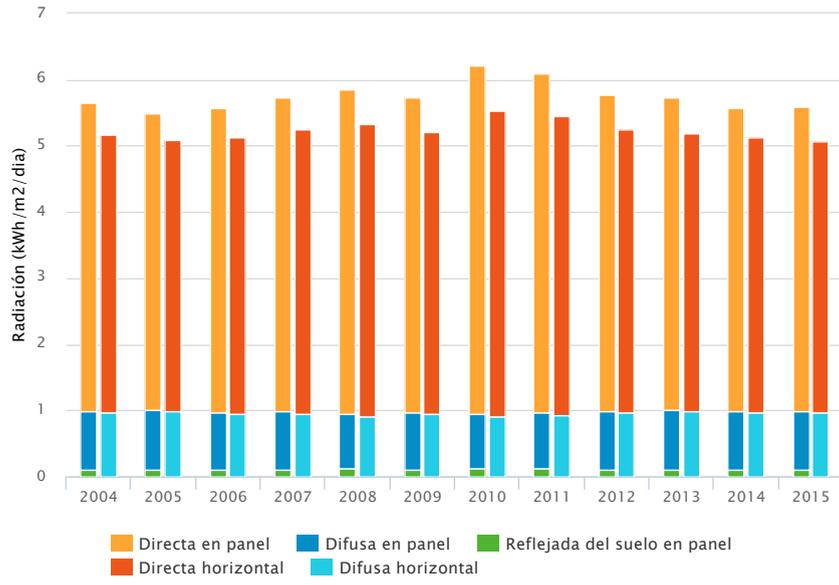
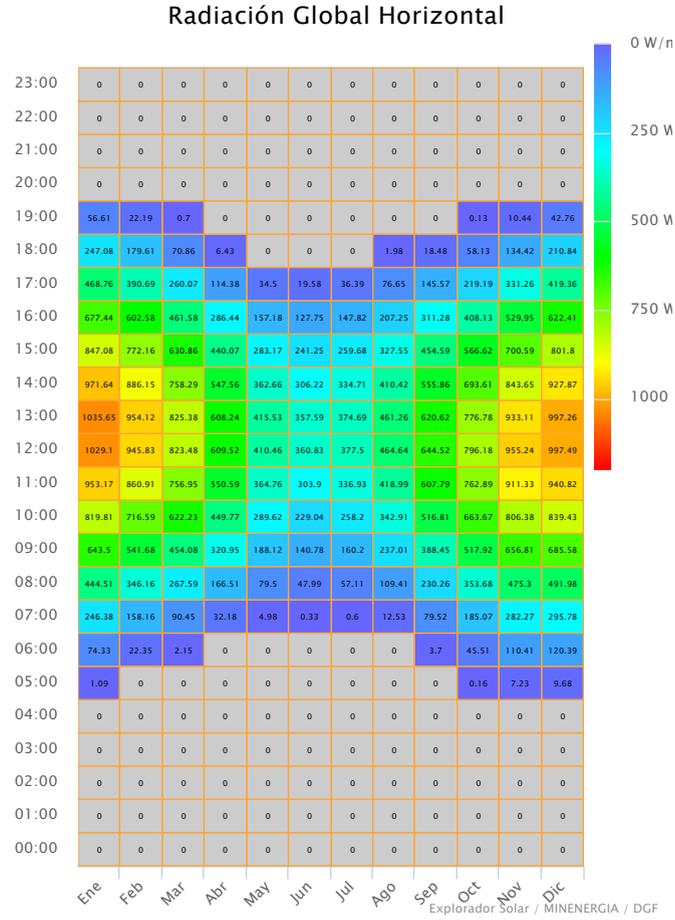


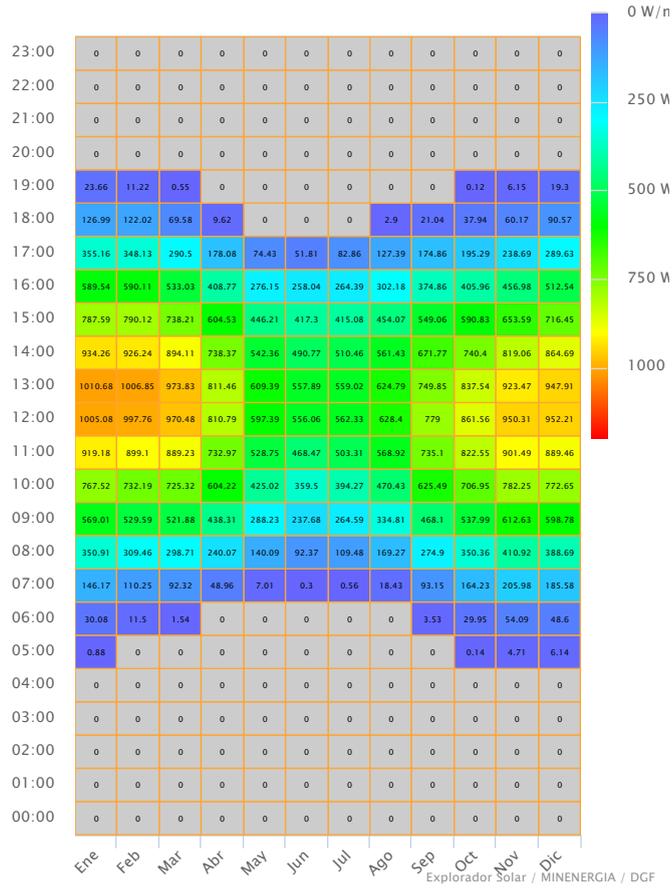
Figura: Promedio anual de la insolación diaria incidente en el panel PV para cada año de simulación

Ciclo Diario-Anual

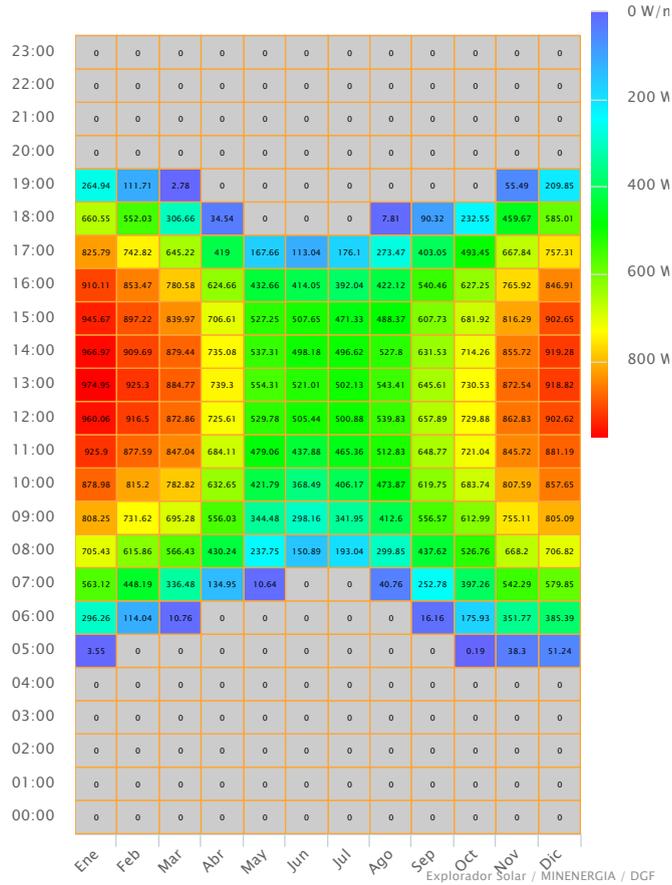
Los siguientes gráficos muestran el ciclo diario-anual de la radiación solar incidente en el panel PV de acuerdo a la configuración de instalación escogida. El eje horizontal indica la hora del día (UTC-4) y el eje vertical indica el mes del año. La escala de colores indica el valor medio de la radiación instantánea incidente en el panel (W/m²) para cada hora y mes.



Radiación Global Incidente en Panel



Radiación Directa Normal

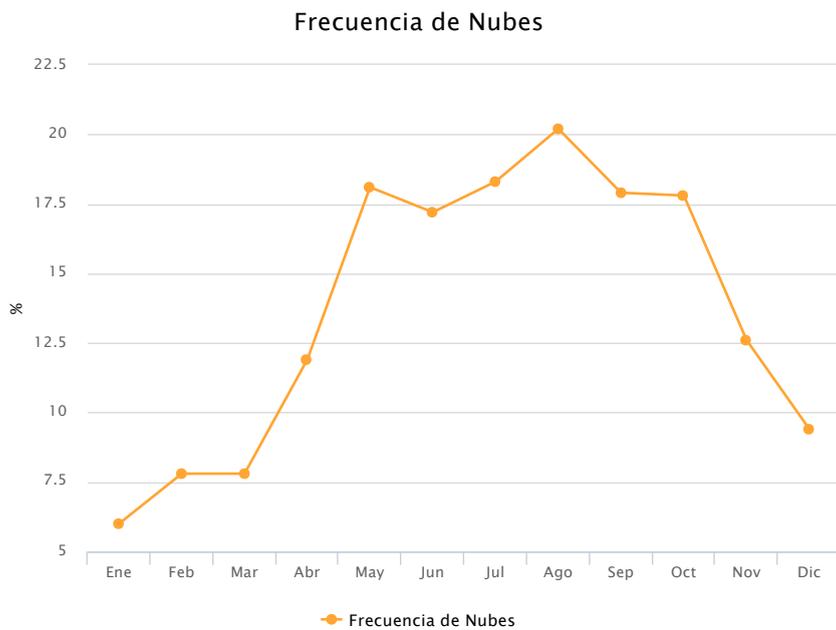


Nubosidad

La nubosidad es el componente de la atmósfera que remueve la mayor cantidad de radiación incidente. A partir de las imágenes del satélite geostacionario GOES se ha calculado la frecuencia de nubosidad para cada hora y mes. Los gráficos de este capítulo muestran la variabilidad de la nubosidad a lo largo del día y del año

Ciclo Anual de la Frecuencia de Nubes

Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
13.8	6.0	7.8	7.8	11.9	18.1	17.2	18.3	20.2	17.9	17.8	12.6	9.4



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Figura: Porcentaje de tiempo con nubosidad en promedio cada mes en horario diurno.

Ciclo Diario de la Frecuencia de Nubes

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.01	10.61	22.71	35.04	37.04	34.57	32.04	29.66	28.18	27.12	25.27	23.46	17.01	6.06	0.69	0.0	0.0	0.0	0.0

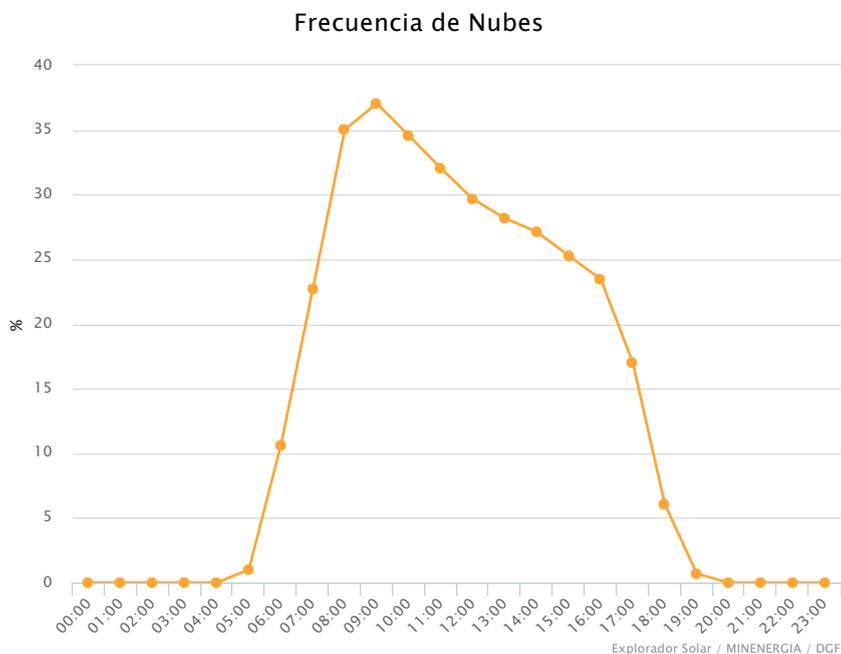


Figura: Porcentaje de tiempo con nubosidad en promedio cada hora del día.

Variabilidad Año a Año de la Frecuencia de Nubes

Promedio	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
13.77	15.109	16.058	14.869	14.073	12.898	13.613	9.694	10.889	13.606	14.439	15.303	14.693

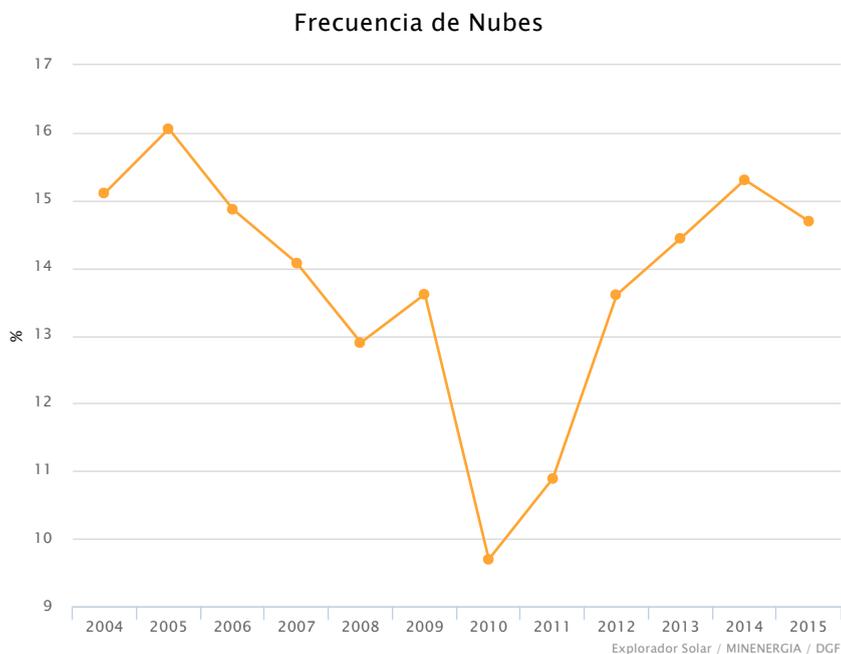


Figura: Porcentaje de tiempo con nubosidad cada año en horario diurno.

Ciclo Diario-Anual de la Frecuencia de Nubes

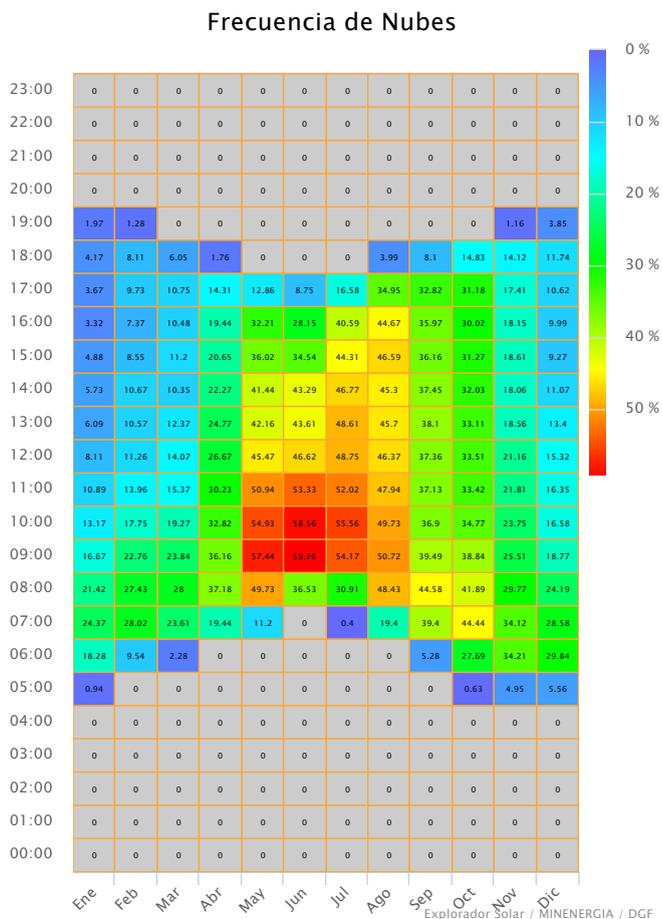


Figura: Ciclo diario-anual de la frecuencia de nubosidad. El eje horizontal indica la hora del día (UTC-4) y el eje vertical indica el mes del año. La escala de colores indica el porcentaje de tiempo con nubosidad durante cada hora y mes.

Sombras Topográficas

Sombras proyectadas por los obstáculos topográficos en el entorno del sitio. El análisis aplica una base de datos de altura del terreno de 90 metros de resolución y considera la topografía dentro de un radio de 180 kilómetros desde el sitio.

Este análisis NO considera el impacto de otros tipos de obstáculos que pueden generar sombras, como por ejemplo edificios, árboles, cables, etcétera.

Ciclo Diario de la Frecuencia de Sombras

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.95	0.64	0.36	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.11	0.49	0.83	1.0	1.0	1.0	1.0

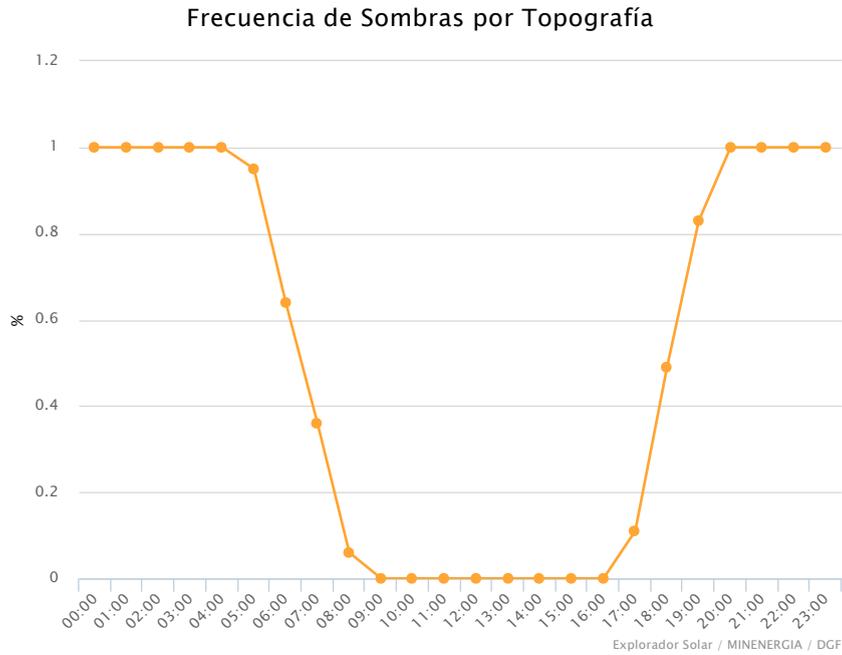


Figura: Porcentaje de la hora con sombras.

Ciclo Diario-Anual de la Frecuencia de Sombras

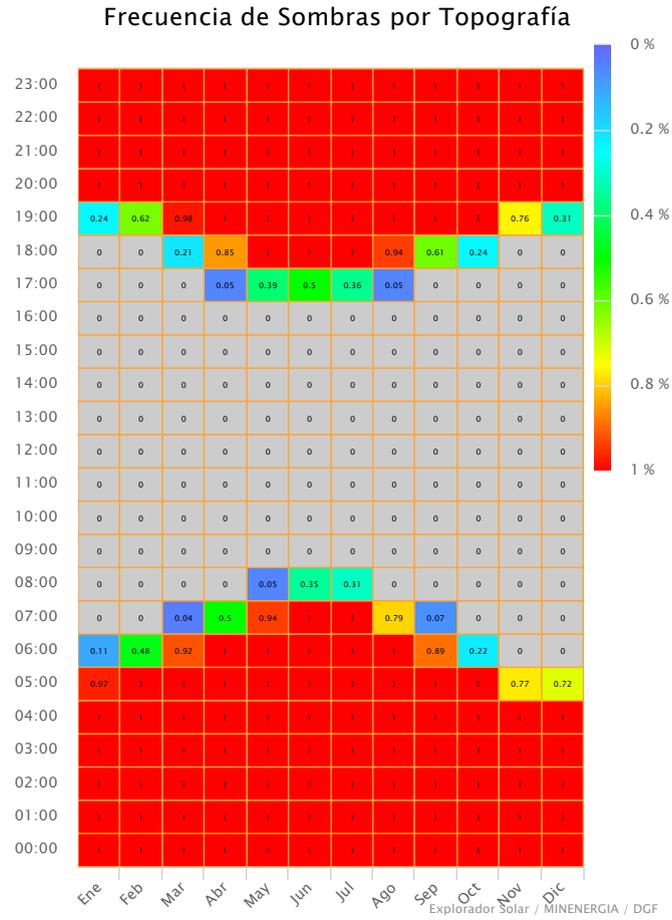


Figura: Porcentaje de la hora con sombras en cada mes. Esta figura muestra el ciclo anual de las horas de salida y puesta del sol a lo largo del año.

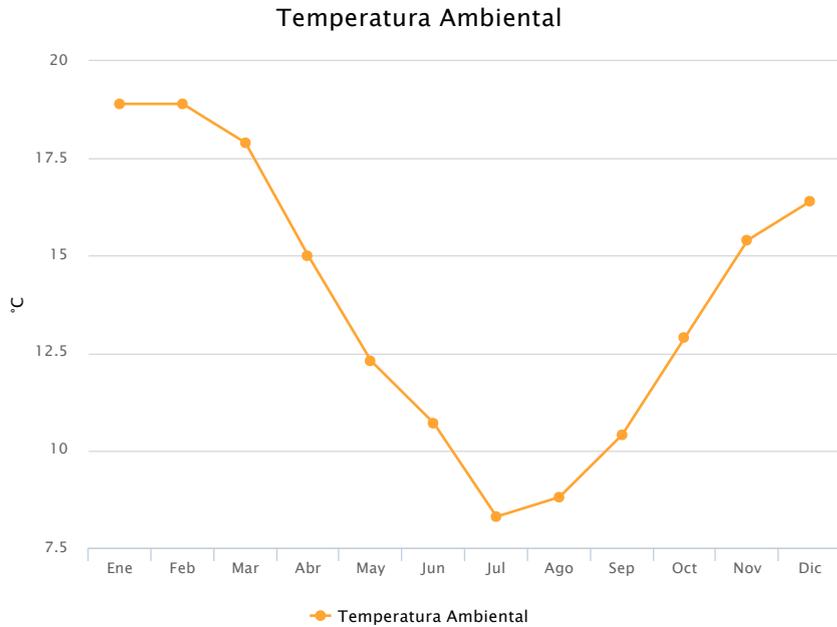
Temperatura

La temperatura ambiental afecta la eficiencia de las celdas fotovoltaicas. Las estimaciones de temperatura que se muestran en este capítulo están basadas en los resultados del Explorador Eólico (<http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2>).

Los datos del Explorador Eólico se basan en las simulaciones hechas con el modelo meteorológico WRF a 1 km de resolución para el año 2010.

Ciclo Anual de la Temperatura

	°C											
Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
13.8	18.9	18.9	17.9	15.0	12.3	10.7	8.3	8.8	10.4	12.9	15.4	16.4



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Figura: Temperatura media para cada mes.

Ciclo Diario de la Temperatura

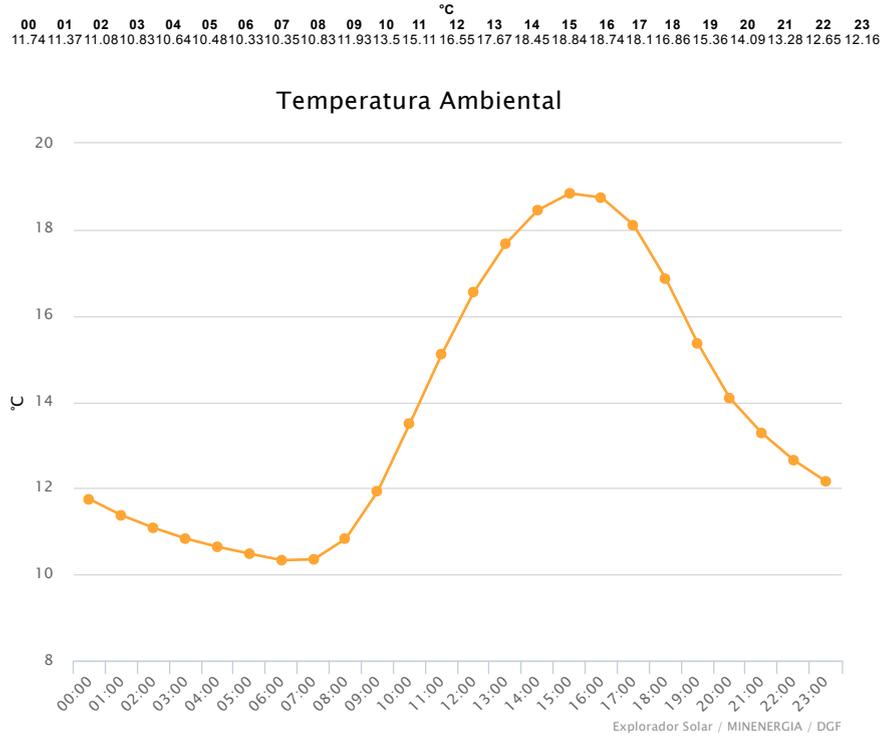


Figura: Temperatura promedio para cada hora del día.

Ciclo Diario-Anual de la Temperatura

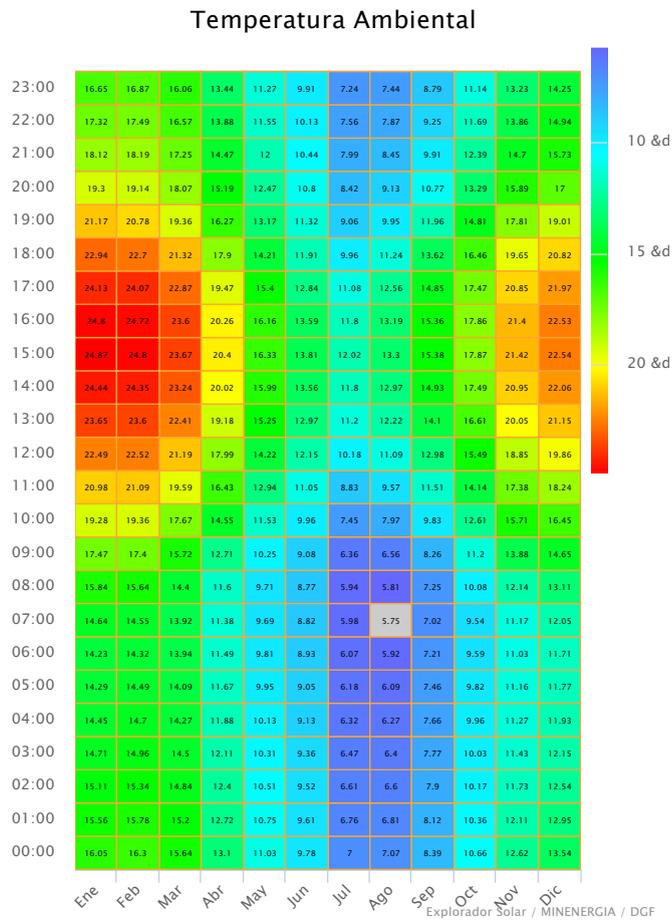


Figura: Temperatura promedio para cada mes y hora del día.

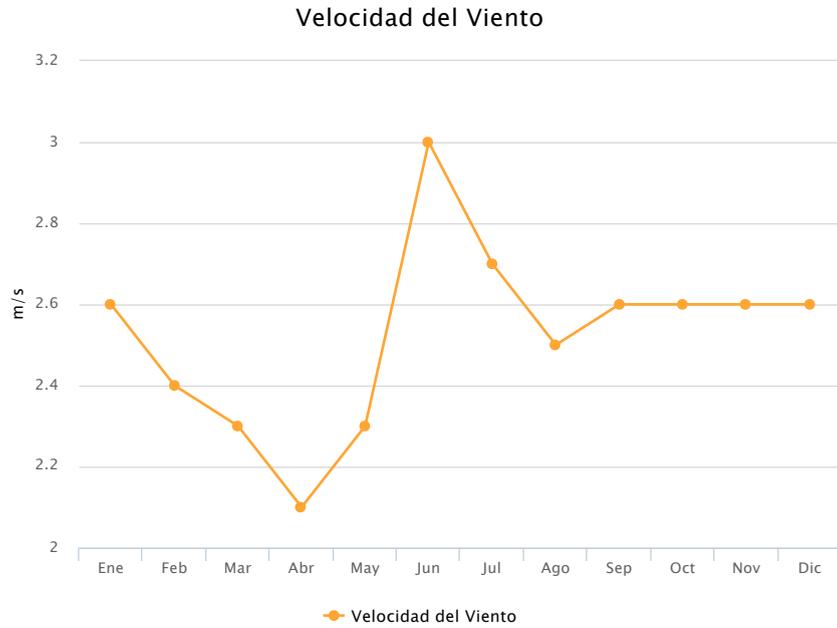
Viento

La velocidad del viento interviene en el enfriamiento de las celdas fotovoltaicas, y por lo tanto en su eficiencia, además puede afectar la integridad del montaje de los paneles. Las estimaciones de viento aquí presentadas se derivan de los resultados del Explorador Eólico (<http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2>) para una altura de 5 metros.

Los datos del Explorador Eólico se basan en las simulaciones hechas con el modelo meteorológico WRF a 1 km de resolución para el año 2010.

Ciclo Anual del Viento

Promedio Anual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2.5	2.6	2.4	2.3	2.1	2.3	3.0	2.7	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6



Explorador Solar / MINENERGIA / DGF

Figura: Promedio de la magnitud del viento para cada mes.

Ciclo Diario del Viento

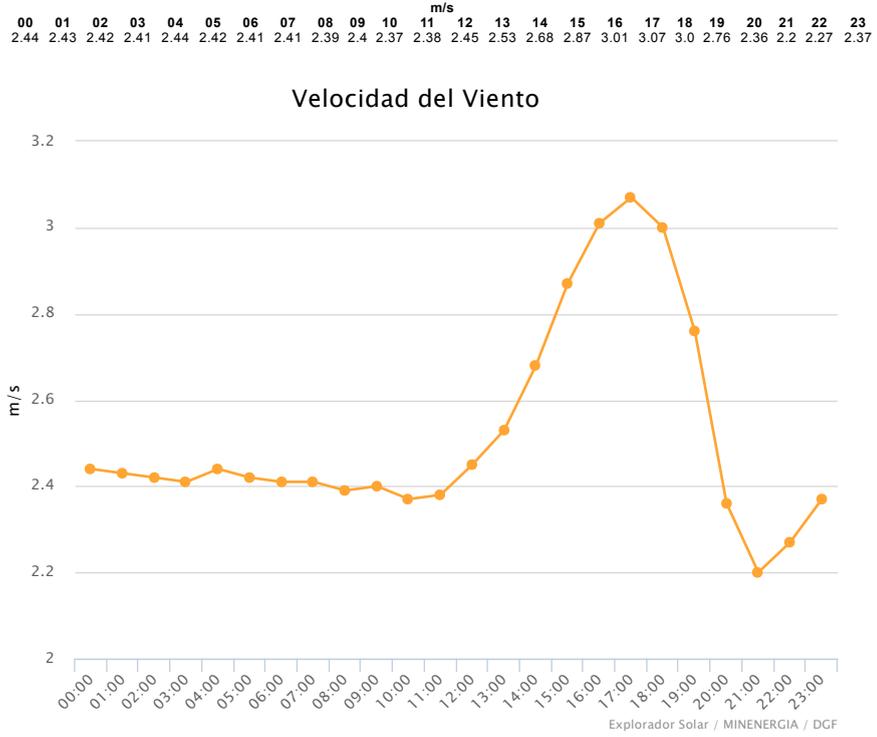


Figura: Promedio de la magnitud del viento para cada hora del día.

Ciclo Diario-Anual del Viento

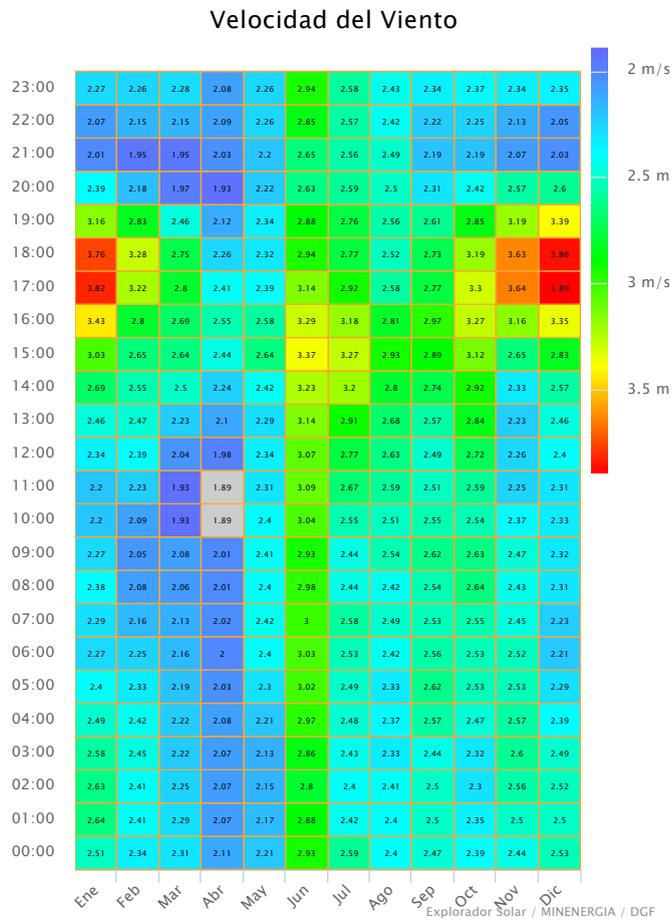


Figura: Promedio de la magnitud del viento para cada mes y hora del día.