



Title: Planta solar fotovoltaica de 75 kW interconectada a la red de la CFE

Author: Ramiro, RESÉNDIZ-BADILLO, Ángel, MARROQUÍN-DE JESÚS

Editorial label ECORFAN: 607-8534
BCIERMMI Control Number: 2018-03
BCIERMMI Classification (2018): 251018-0301

Pages: 56

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	of Congo
Ecuador	Taiwan	Nicaragua
Peru	Paraguay	

BENEFICIOS DE LAS

ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

En Chile las **ERNC** son inagotables y abundantes, además de ser cada vez más beneficiosas. El estudio de Acera, PwC, el NRDC (2012) y el estudio de Corporación de Bienes de Capital (CBC) arrojaron que en Chile las ERNC traen miles de beneficios tanto económicos como medioambientales.

BENEFICIOS ECONÓMICOS

20%



▶ Alcanzar un 20% de ERNC a 2020 generará hasta 2028, un beneficio neto para la economía chilena de US\$1.600 millones.



▶ Las ERNC generarían un aporte al PIB total de US\$2.246 mil millones más que el escenario base. Hasta 2028 los ahorros en combustibles debido a la presencia de ERNC se reducirán a US\$2 mil millones.

BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES



EVITARÁN

83

millones de toneladas de CO2

▶ Las ERNC podrán evitar la emisión de más de 83 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO2) entre 2013 y 2028.

▶ Las ERNC generan energía en forma limpia, evitan emisiones y gases efecto invernadero.

▶ A nivel nacional, y en términos acumulativos hasta 2028, el escenario ERNC permite mitigar cerca de 9 mil toneladas de emisiones de PM2.5 (menor a 2.5 micrones).



▶ Las ERNC disminuyen la importación de combustibles fósiles y así aumentan la independencia energética.

▶ En Chile, entre los años 2013 a 2017, los parques eólicos y las plantas solares (fotovoltaicas) representarán el 54,8% del total de proyectos de generación eléctrica ERNC.



▶ El ahorro de agua en el escenario de ERNC equivaldría al consumo de 60 mil personas durante un año, entre 2013 y 2020.

▶ Bajo el escenario de las ERNC se podrían generar un ahorro de 11% del consumo de agua del sector eléctrico en comparación al escenario base, equivalente a 120 millones de metros cúbicos de agua acumulado entre 2013 y 2028.

▶ El mayor uso de suelo en el escenario de ERNC equivale al doble del lago Rapel.



BENEFICIOS SOCIALES

Las **ERNC**:

- ▶ Generan más empleos: 3.444 más de empleos directos y 4.325 más de empleos indirectos, un total de 7.769.*
- ▶ Crean empleos en las etapas de estudio, instalación, mantenimiento y operación de las plantas.*
- ▶ Activan economía en las regiones donde se instalan.*

FUENTE

Estudio de Acera, PwC y el NRDC (2012).

* Estudio de Corporación de Bienes de Capital (2011).

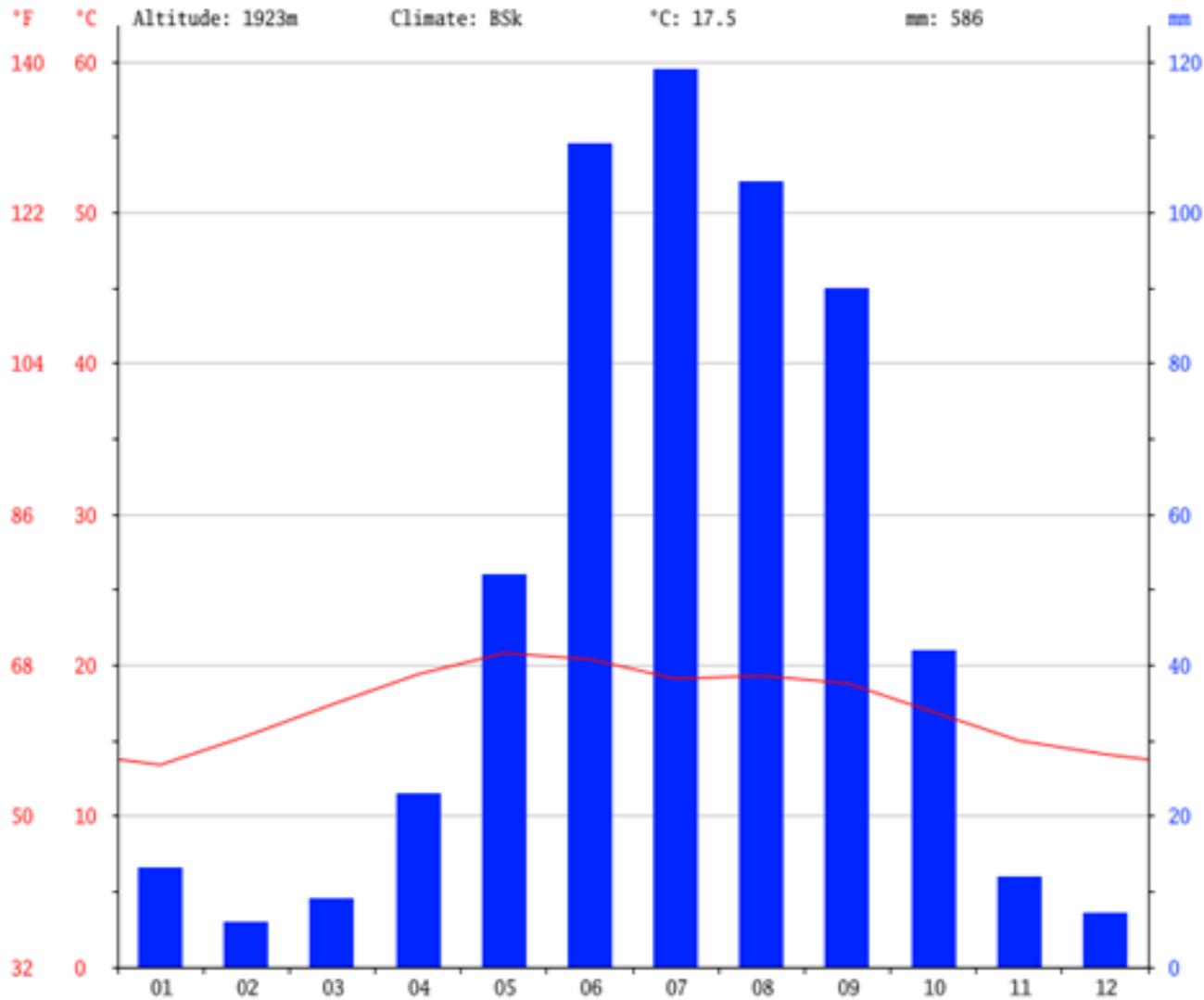
Introducción

Edificio k, Universidad Tecnológica de San Juan Del
Río

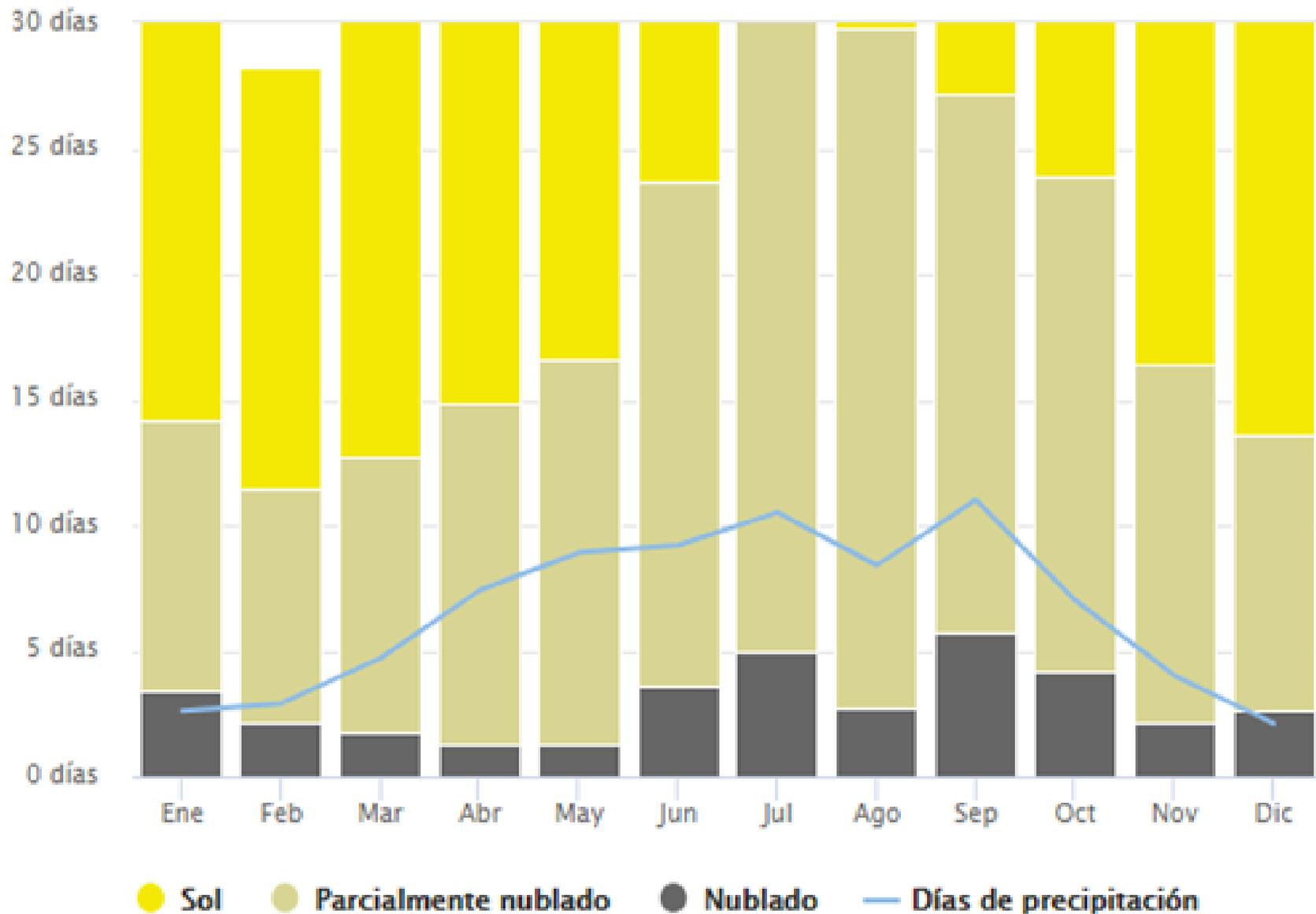


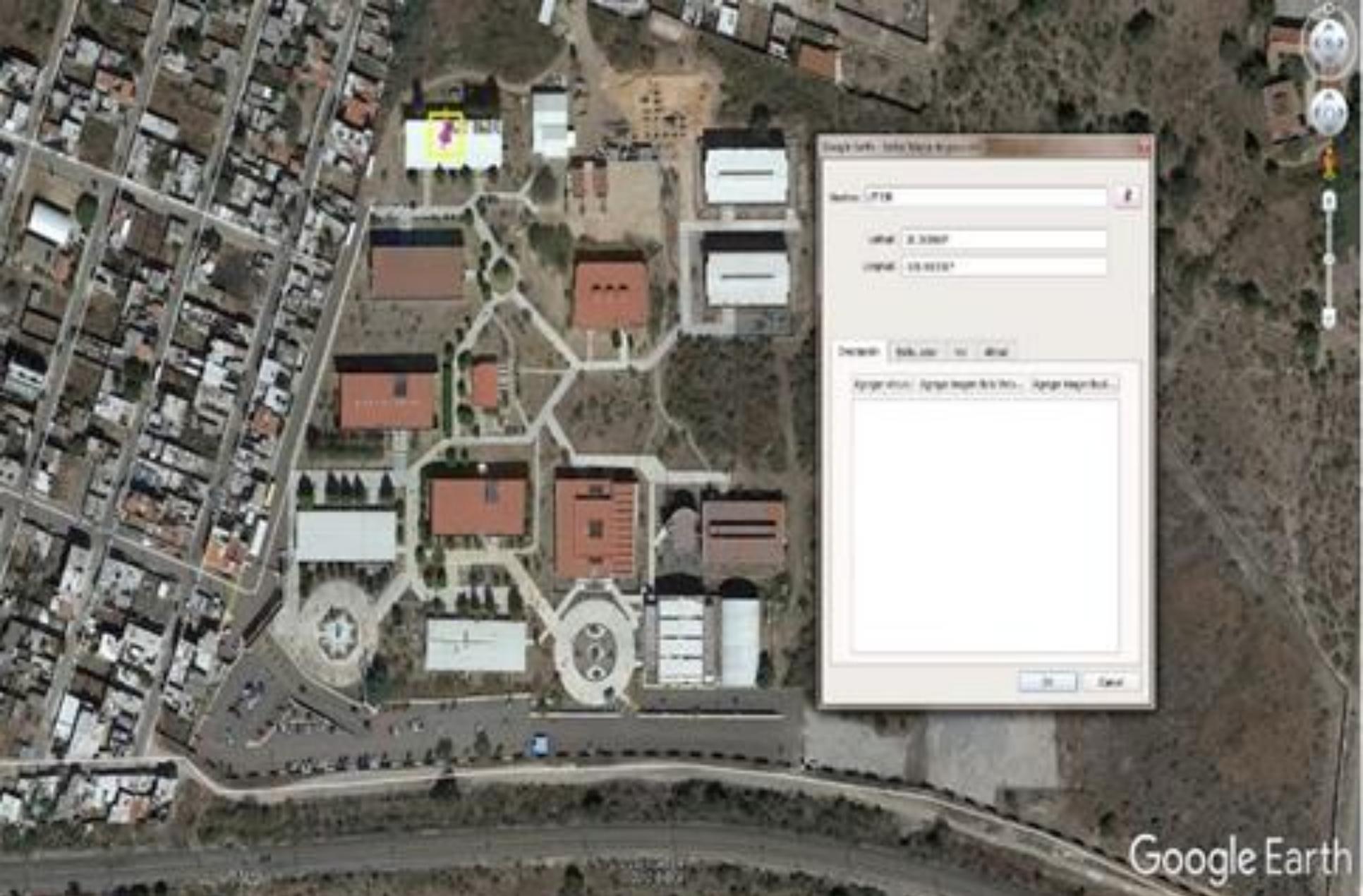
Datos geográficos	
Ubicación del sitio	Vista Hermosa, Municipio de San Juan del Río, Qro.
Latitud	20.369°
Longitud	-100.010°
Altitud	1,978msnm
Datos climáticos y meteorológico	
Horas solares pico	6.19 kWh/m ² /día
Radiación solar promedio	5.6 kW/m ²
Temperatura promedio, mes cálido	25.6°C
Temperatura promedio, mes frío	7.45°C
Temperatura promedio anual	19.0°C (a 10m de la superficie)
Régimen de precipitación anual	586 mm

Comportamiento de temperaturas medias y precipitaciones en la Universidad Tecnológica de San Juan Del Río. Fuente: 'DAVIS VANTAGE PRO2. 6152



Comportamiento: cielo nublado, sol y días de precipitación en la Universidad Tecnológica de San Juan Del Río. Fuente: 'DAVIS VANTAGE PRO2 6152.





Desarrollo del proyecto

MODULO FOTOVOLTAICO SELECCIONADO

JINKO SOLAR JKM330PP-72-V

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM315PP-72-V		JKM320PP-72-V		JKM325PP-72-V		JKM330PP-72-V		JKM335PP-72-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	315Wp	235Wp	320Wp	238Wp	325Wp	242Wp	330Wp	246Wp	335Wp	250Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	37.2V	34.3V	37.4V	34.7V	37.6V	35.0V	37.8V	35.3V	38V	35.6V
Maximum Power Current (Imp)	8.48A	6.84A	8.56A	6.86A	8.66A	6.91A	8.74A	6.97A	8.82A	7.02A
Open-circuit Voltage (Voc)	46.2V	43.2V	46.4V	43.7V	46.7V	44.0V	46.9V	44.2V	47.2V	44.4V
Short-circuit Current (Isc)	9.01A	7.29A	9.05A	7.30A	9.10A	7.34A	9.14A	7.38A	9.18A	7.43A
Module Efficiency STC (%)	16.23%		16.49%		16.75%		17.01%		17.26%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (UL)									
Maximum series fuse rating	15A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.40%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

Desarrollo del proyecto



KEY FEATURES

- High Voltage**
150V modules, 150V option lowers IGC loads and yields better LCOE
- Innovative Solar Cells**
Five busbar cell technology improves module efficiency
- PID-Free**
World's 1st PID-Free module (IEC 61215/IEC 61701)
- Low-Light Performance**
Cells light absorption and reflection through submicron-thin, in-glass technology
- Strength and Durability**
Certified for high snow (3400Pa) and wind (2400Pa) loads
- Weather Resistance**
Certified for salt mist and ammonia resistance

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY
18 Year Peak Power Warranty + 30 Year Linear Power Warranty

Additional value from SunPower Linear Warranty

Model: JRM330PP-72

UL 6173, CE, TÜV SÜD

Características del módulo para cálculo:

Potencia nominal STC		330W
Voltaje a máxima potencia pico	Vmp	37.80 V
Corriente a máxima potencia pico	Imp	8.74 A
Voltaje a circuito abierto	Voc	46.90 V
Corriente en corto circuito	Isc	9.14 A
Coefficiente de temperatura para voltaje a circuito abierto	TCvoc	-0.30 %/°C

Cantidad total de módulos: 240 pzas; 79,200 W

Desarrollo del proyecto

PARAMETROS DEL MODULO AJUSTADOS POR TEMPERATURA:

a) Por coeficiente de temperatura del módulo

$$Vt = Voc + (TC \cdot \Delta Temp \cdot Voc)$$

Donde:

Temp. Mínima que se registra en el sitio = 0°C (Vista Hermosa, San Juan del Rio, Qro.)

Vt = Voltaje de salida a temperatura diferente a 25°C

TC = Coeficiente de temperatura

$\Delta Temp$ = Diferencial en temperatura

$$Vt = 46.90V + (-0.0030/^{\circ}C \cdot (0-25^{\circ}C) \cdot 46.9V)$$

$$Vt = 46.90V + 3.5175V$$

$$Vt = 50.4175 \sim 50V$$

Desarrollo del proyecto

SELECCIÓN DE INVERSOR:

Inversor seleccionado: FRONIUS SYMO 15.0-3 208/220:

Potencia nominal del inversor: 15,000W

DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3 208/240	SYMO 12.0-3 208/240	SYMO 10.0-3 480	SYMO 12.5-3 480	SYMO 15.0-3 208
Peso (kg)	41.7		34.8		35.5
Máxima Potencia Recomendada (kWp)	8.0 - 13.0	9.5 - 15.5	8.0 - 13.0	10.0 - 16.0	12.0 - 19.5
Máxima corriente de entrada nominal (MPPT1/MPPT2)	25.0 A / 16.5 A				50.0 A
Máxima corriente total (MPPT1 + MPPT2)	41.5 A				50.0 A
Máxima corriente de entrada admisible (MPPT1/MPPT2)	37.5 A / 24.8 A				75.0 A
Portafusibles de CD incluidos	-				6- y 6+ incluidos
Rango de voltaje MPP	300 - 500 VCD		300 - 800 VCD	350 - 800 VCD	325 - 850 VCD
Rango de voltaje de operación	200 - 600 VCD		200 - 1000 VCD		325 - 1000 VCD
Máximo voltaje de entrada	600VCD			1,000 VCD	
Voltaje de entrada nominal	208	350VCD	350VCD	-	-
	240	370 VCD	370 VCD	-	-
	480	-	-	675 VCD	685 VCD
Tamaño de conductor admisible de CD	AWG 14 - AWG 6 Cobre directo , AWG 6 Aluminio directo, AWG 4 Cobre o Aluminio con combiador de entrada				
Número de MPPT	2				1

Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



Desarrollo del proyecto

DATOS DE SALIDA		SYMO 10.0-3 208/240	SYMO 12.0-3 208/240	SYMO 10.0-3 480	SYMO 12.5-3 480	SYMO 15.0-3 208
Potencia máxima de salida	208 V	9995 VA	11995 VA	-	-	15000 VA
	240 V	9995 VA	11995 VA	-	-	-
	480 V	-	-	9995 VA	12495 VA	-
Máxima corriente de salida continua con Vnom 208 V		27.7 A	33.3 A	-	-	41.6 A
	220 V	26.1 A	31.5 A	-	-	39.4 A
	240 V	24.0 A	28.9 A	-	-	-
	440 V	-	-	13.1 A	16.4 A	-
	480 V	-	-	12.0 A	15.0 A	-
OCPD / Breaker CA recomendado	208 V	35 A	45 A	-	-	60 A
	240 V	30 A	40 A	-	-	-
	480 V	-	-	15 A	20 A	-
Eficiencia Máxima		97.0 %		98.1 %		97.3 %
Eficiencia CEC	208 V	96.5 %		-	-	96.5 %
	240 V	96.5 %		-	-	-
	480 V	-		96.5 %	97.0 %	-
Tamaño de conductor de CA admisible	AWG 14 - AWG 6					
Tensión de red	208 / 220 / 240 VCA			480 V Delta +N**		208 / 220 VCA
Frecuencia nominal	60 Hz					
Distorsión armónica Total	< 1.5 %		< 1.75 %		< 1.5 %	< 3.5 %
Factor de potencia (cos ϕ_{pu})	1 (ajustable en menú oculto 0 - 1 ind./cap.)					

Desarrollo del proyecto

Voltaje máximo MPPT = 350V

Número de módulos por rama seleccionado = 16

Número de ramas o strings = 3

Seguidor de máxima potencia pico (MPPT) = 1; con 3 string, orientación sur, inclinación 15° (Coplanar)

$$850 / 50 = 17 \text{ módulos}$$

= 16

$$15,000\text{W} / 330\text{W} = 45.45 / 16 = 2.84 \sim 3 \text{ Strings}$$

1; con 3 string, orientación sur, inclinación 15° (Coplanar)



PLANIFICACIÓN DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS
DIMENSIONAMIENTO SENCILLO

MÓDULO FV
Módulo FV favoritos: Axitec GmbH
Modelo: AC-330P/156-72S (AXIpower)
Número de módulos FV: 48 (15,840 W)
Temperatura del módulo (mín. - máx. / °C): 0 - 35

INVERSOR
País: México
Serie: Symo
Tipo: Symo 15.0-3 / 220
Relación de potencia (mín. - máx. / %): 80 - 120

GENERAL
Nombre del proyecto: 2017-09-14_1519
Almacenamiento: Sin
Consumo de Energía anual (kWh): 32000
Perfil estándar: Trabajo

	39	40	42	44	45	48	50	51	52	54	55
Alp	12.67 kWp	13.20 kWp	13.86 kWp	14.52 kWp	14.85 kWp	15.84 kWp	16.50 kWp	16.83 kWp	17.16 kWp	17.82 kWp	18.1
%	RP=83%	RP=85%	RP=89%	RP=93%	RP=95%	RP=102%	RP=106%	RP=106%	RP=110%	RP=115%	RP=
CA	CA=19%	CA=19%	CA=20%	CA=21%	CA=21%	CA=22%	CA=22%	CA=22%	CA=23%	CA=23%	CA=
CCP	CCP=48%	CCP=47%	CCP=48%	CCP=45%	CCP=48%	CCP=44%	CCP=43%	CCP=43%	CCP=42%	CCP=41%	CCP
A	A 3 x 13	A 4 x 10	A 3 x 14	A 4 x 11	A 3 x 15	A 4 x 12	A 5 x 10	A 3 x 17	A 4 x 13	A 3 x 18	A 5 x 1
		A 2 x 20				A 3 x 19					

Desarrollo del proyecto

Se seleccionó la opción de 3 ramas de 16 módulos cada una:

Voc de la rama o string ajustado por temperatura = $50V \times 16 = 800V$

Isc de la rama o string = 9.14 A

Isc ajustado por factor para:

En los circuitos de la fuente y de salida fotovoltaica la ampacidad o capacidad de conducción de los conductores debe seleccionarse con un valor de 1.56 veces la corriente de corto circuito, Isc del módulo, panel o arreglo fotovoltaico (NOM-001 SEDE 2012, Art.690-8).

Cálculo de conductores (Isc x 1.56) = **14.26 A** (NOM-001-SEDE-2012, 690-8 (a)(1),(b) (1))

Cálculo de protecciones (Isc x 1.25) = **11.43 A** (NOM-001-SEDE-2012, 690-8 (b) (1))

b) Factores de corrección por temperatura ambiente

Para temperaturas ambiente que excedan de 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe corregirse, reduciendo su valor, con los factores dados por la Tabla No. 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE 2012. Las ampacidades para temperaturas ambientes diferentes a las mostradas en las tablas de ampacidad se deberán corregir de acuerdo con la Tabla 310-15(b)(2)(a) o Tabla 310-15(b)(2)(b).

Desarrollo del proyecto

Tabla 310-15(b)(3)(c).- Ajustes a la temperatura ambiente para canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en o por encima de azoteas

Distancia por encima del techo hasta la base del tubo conduit milímetros	Sumador de temperatura °C
De 0 hasta 13	33
Más de 13 hasta 90	22
Más de 90 hasta 300	17
Más de 300 hasta 900	14

Cálculo de conductores ($I_{sc} \times 1.56$)

= **14.26 A**

(NOM-001-SEDE-2012, 690-8 (a)(1),(b) (1))

Rango de temperatura del cable = 75°C

Temperatura máxima ambiente: 25.6 °C + 22°C = **47.6°C**

(22°C se suman de la tabla 310-15 (b)(3)(c) de la NOM-001-SEDE-2012 para canalizaciones expuestas a la luz del sol)

Tabla 310-15(b)(2)(a).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:

Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Desarrollo del proyecto

c) Ajuste de la temperatura por canalizaciones expuestas a la luz del sol sobre azoteas

Cuando los conductores o cables se instalan en canalizaciones circulares expuestas a la luz solar directa en o por encima de azoteas, los valores que se indican en la Tabla 310-15(b)(3)(c) se deben agregar a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las Tablas 310-15(b)(2)(a) ó 310-15(b)(2)(b).

Factor de corrección: Ampacidad / **0.75** (para temperatura ambiente ajustada de 47.6°C)
Tabla No. 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE 2012)

14.26A / 0.75 = 19.01 A AMPACIDAD TOTAL A CONSIDERAR PARA EL CALCULO DE CONDUCTORES CD

d) Ajuste de ampacidad por número de conductores en una canalización

Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310-15(b)(3)(a). Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente.

Tabla 310-15(b)(3)(a).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores ¹	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

¹Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6).

Este ajuste no aplica ya que se tienen máximo tres conductores portadores de corriente en una misma canalización.

Ampacidad de los conductores ajustada a temperatura por a) hasta d)= 19 A

RESUMEN DE CALCULOS OBTENIDOS PARA SELECCIONAR CONDUCTORES

Ampacidad del conductor = 156% de la corriente máxima para el circuito ya calculada según (690-8 NOM-001-SEDE-2012)

Ampacidad del conductor = $9.14 \text{ A} \times 1.56 = 14.26 \text{ A}$

Ampacidad del conductor ajustada por Temp.= $14.26 \text{ A} / 0.75 = 19.01 \text{ A}$ (Tabla No. 310-15(b)(2)(b) de la NOM-001-SEDE 2012)

Numero de ramas o strings por inversor = 3

Ampacidad del conductor de la corriente en paralelo de 1 strings ajustada= **19.01 A; ~ 19 A**

Voltaje del conductor = VT voltaje del módulo ajustado por temperatura = **50 VCD**

Voltaje de la rama de **16 módulos** ajustado por temperatura = **800 VCD**

Desarrollo del proyecto

2.- CALCULO DE CONDUCTORES DE CAJAS DE CONEXIÓN Y PROTECCIONES CD A INVERSORES

Longitud de conductores de caja de conexiones a inversores 1 a 5 = 15m

DC VOLTAGE DROP and ENERGY LOSSES CALCULATOR

DC POWER	DC Voltage Drop	DC Energy losses
DC Voltage (U): 800 V	wire material : Copper	DC Energy losses : 41.51 W
DC Current (Ib): 19 A	Wire size (mm ²): 6	DC Energy losses (%): 0.27 %
DC POWER (P): 15200 W	Simple lenght (one run) : 15 m	<input type="button" value="calculate"/>
<input type="button" value="calculate"/>	DC Drop voltage : 2.19 V	
	DC Drop voltage (%): 0.27	
	<input type="button" value="calculate"/>	

Desarrollo del proyecto

Resultado del cálculo: Calibre 10 AWG (6 mm²), cable solar 10 AWG en tubería conduit metálico pared gruesa.

En todas las ramas o strings a la caja de conexiones y protecciones CD se cumple lo especificado en ANCE-ESP- 02 “El calibre de los conductores del circuito de la fuente fotovoltaica a la caja de combinación o conexión debe ser seleccionado para evitar una caída de tensión no mayor al 1%”.

Fuente de la tabla de cálculo:

Electricity losses: AC and DC electrical wire voltage drop and energy losses online calculator.

http://photovoltaicsoftware.com/DC_AC_drop_voltage_energy_losses_calculator.php

Desarrollo del CORRIENTE ALTERNA proyecto

CALCULO DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES PARA CORRIENTE ALTERNA

1.- CALCULO DE LA SECCION DE LOS CABLES ENTRE LA SALIDA DE INVERSORES Y EL CENTRO DE CARGA CONCENTRADOR

Longitud máxima del conductor de inversores a centro de carga CA = 3 m

Tabla 310-15(b)(3)(a).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores ¹	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

¹Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6).

Desarrollo del proyecto

Número de conductores total en la canalización hasta el centro de carga AC o punto de concentración salida de inversores AC, nivel superior en el cuarto de inversores (inversores 1 a 3) ; 3+3+3, total 9 conductores portadores de corriente, considerar factor del 80% (Tabla 310-15(b)(3)(a), al seleccionar la ampacidad del conductor debido a que los conductores del inversor 1, no sobrepasan los 60 cm de recorrido junto a los siguientes dos inversores:

$50 \text{ A}/0.8 = 62.5 \text{ A}$, de la tabla 310-15(b)(16), el calibre 4 AWG cubre el amperaje máximo a utilizar; Resultado del cálculo: **Calibre 4 AWG** (21.2 mm²) aun cubriendo el margen de ajuste por temperatura ambiente.

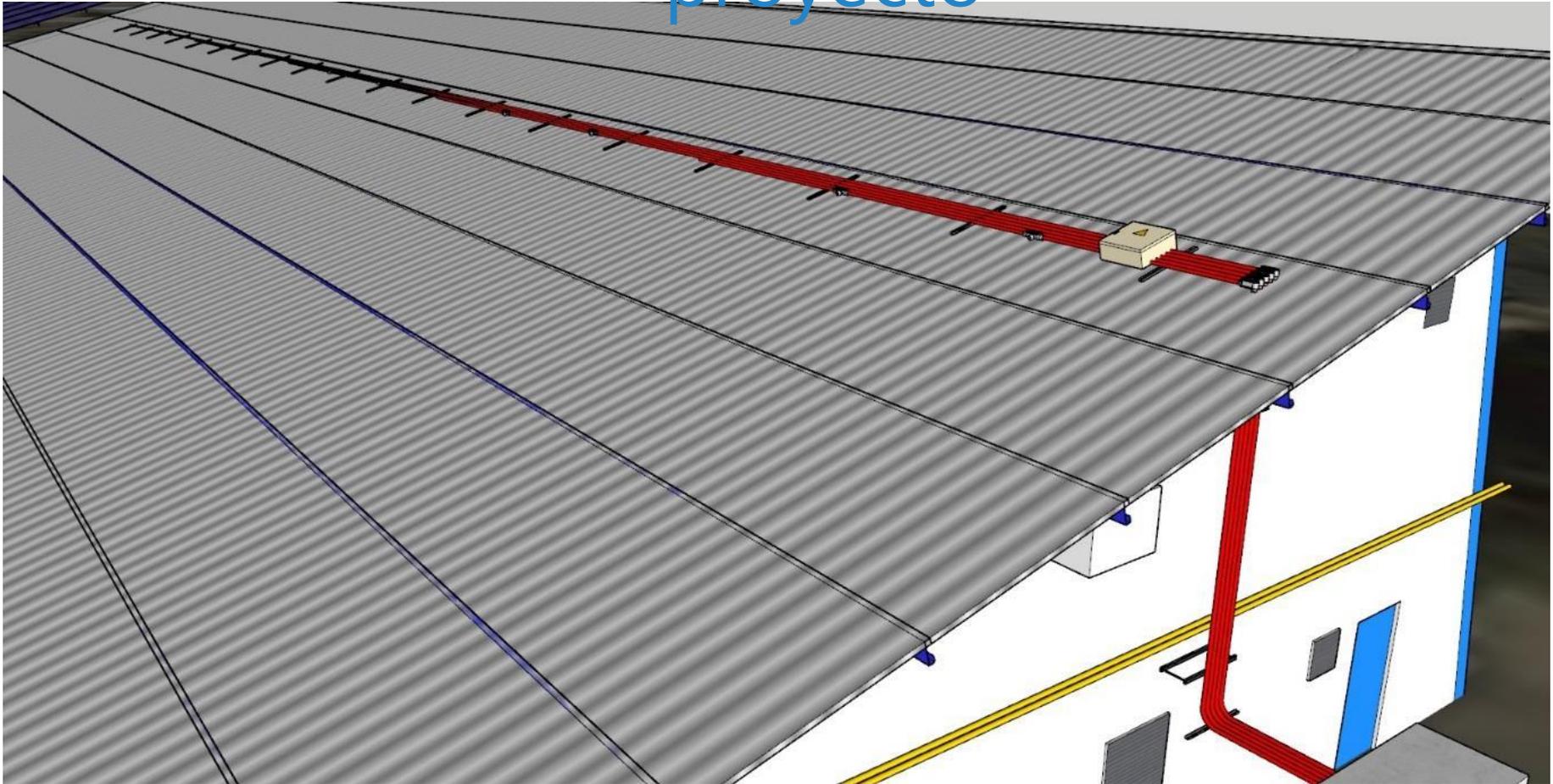
Desarrollo del proyecto

Nivel inferior en el cuarto de inversores (inversores 4 y 5) ; 3+3, total 6 conductores portadores de corriente, considerar factor del 80% (Tabla 310-15(b)(3)(a), al seleccionar la ampacidad del conductor:

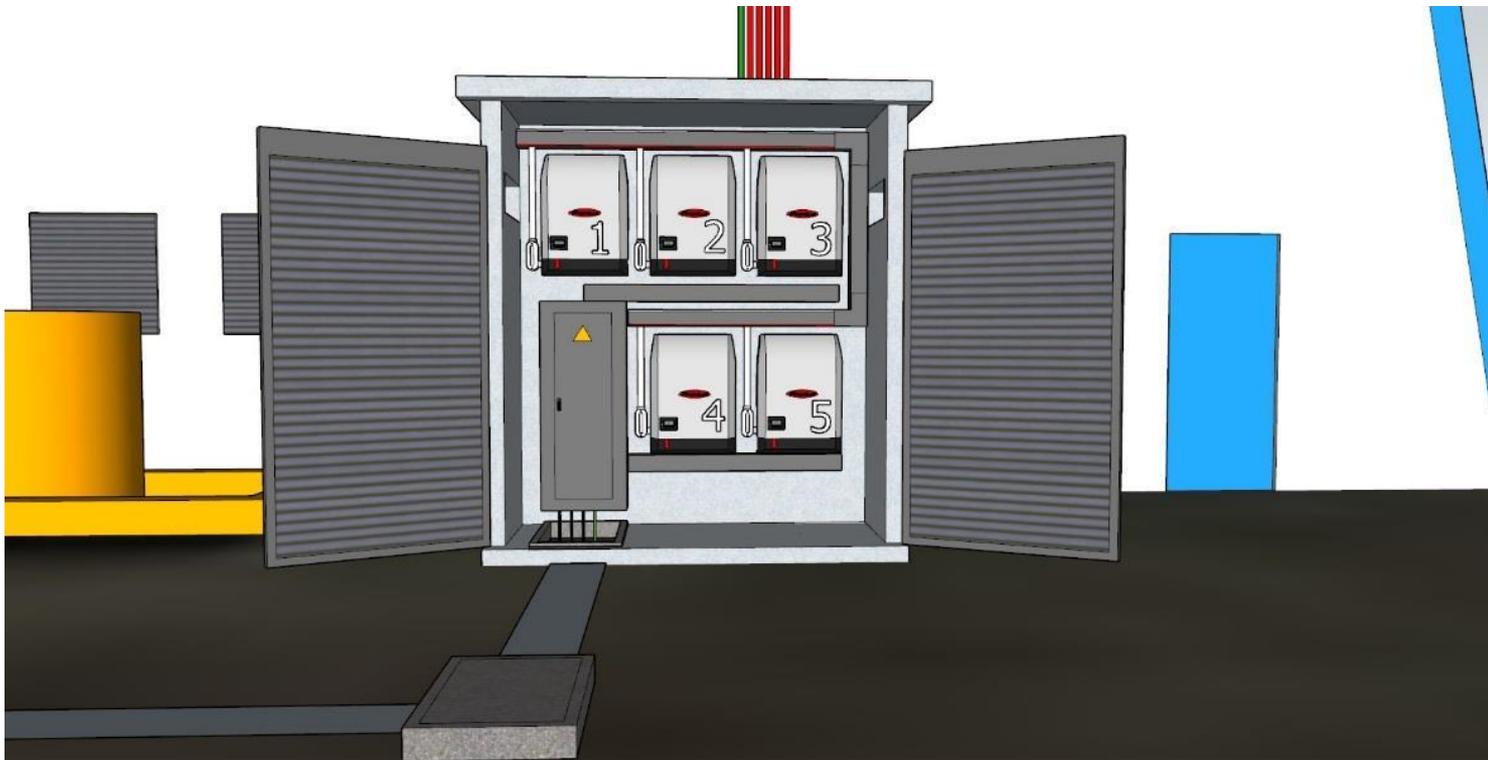
$50 \text{ A} / 0.8 = 62.5 \text{ A}$, de la tabla 310-15(b)(16), el calibre 4 AWG cubre el amperaje máximo a utilizar; Considerando consumo menor a 100 A se utiliza para el cálculo la columna correspondiente a temperatura de 60°C. Art. 110-14 (c)(1)(a).

Resultado del cálculo: **Calibre 4 AWG** (13.3 mm²) aun cubriendo el margen de ajuste por temperatura ambiente.

Desarrollo del proyecto



Desarrollo del proyecto



Desarrollo del proyecto

2.- CALCULO DE LA SECCION DE LOS CABLES DEL CENTRO DE CARGA CONCENTRADOR AL ITM DE SALIDA

Longitud del conductor del centro de carga CA concentrador al ITM principal de salida de inversores = 1 m Ampacidad máxima al conectar los cinco inversores trifásicos = $50 \times 5 = 250$ A, de este modo estará circulando una corriente máxima de 250 A sobre las barras del tablero de conexiones por lo que el tablero se seleccionó para 400 A ya que el anterior en tamaño es 225 A quedando debajo de la capacidad al generarse el amperaje máximo a la máxima irradiación del sistema fotovoltaico.

Características técnicas de la instalación

En este apartado solo hay que elegir el modelo del **Módulo fotovoltaico** propuesto e **Inversor**.

módulo
fotovoltaico

Marca del Módulo fotovoltaico	
talesun	

Condiciones de Operación	
Temperatura	-40°C hasta +90°C
Carga Máxima presión	2500 Pa
Resistencia al Impacto	30 m/s
Conductividad a Tierra	1Ω.
Resistencia de aislamiento	> 100 MΩ.
Modelo	TP660P-265W

Especificaciones mecánicas	
Tipo de celda	Policristalino
Dimensiones de Celda	155 mm * 150 mm
Número de Celdas	60
Peso	18,5 kg
Dimensiones de módulo	1640x990x35mm
Cable	1000 mm fotovoltaico
Caja de Conexiones	IP65 / Ip67
Número de diodos de derivación	3 de 6
Conectores	Mc4 Compatible
Carga Máxima	1000V DC (IEC) / 1000V DC (UL)
Marco	Aluminio anodizado (40mm)
Clasificación de Flama	Clase C
Configuración de Empacado	30 piezas

Características Eléctricas STC		
Potencia Máxima (P _{max})	265	W
Eficiencia del módulo	16.30	%
Voltaje de circuito abierto (V _{oc})	37.9	V
Corriente en el punto de máxima potencia (I _{mp})	8.62	A
Máximo Voltaje (V _{mp/V})	30.8	V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	9.25	A

Descripción de la marca
Zhongli Talesun Solar Co., Ltd. es uno de los mayores fabricantes fotovoltaicos integrados del mundo. Su oferta de productos estándar y de alta eficiencia son algunos de los más poderosos y rentables en la industria. Con más de 3,5 GW de módulos integrados en el mundo, es una empresa de energía solar construida sobre la fiabilidad del producto probado y rendimiento sostenible.

Inversor

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

DATOS DE ENTRADA (DC)	
Potencia de DC Máx.	6.3-7 kW
Máximo Voltaje de Entrada	750
Rango de Tensión MPP	125-750 V
Tensión de Entrada Mínima / de Inicio	125
Corriente Máxima de Entrada	10/10 A
Número de Entrada de MPP/Strings por MPPT	2
Tensión de entrada del inversor (v)	125

DATOS DE SALIDA (AC)	
Salida nominal AC	6 kW
Máxima potencia de salida	6 kW
Corriente máxima de salida	26.2 A
Mínimo voltaje de salida	240 V
Máximo voltaje de salida	240
Frecuencia	50 / 60 Hz
Conexión de red	Sin Dato
Eficiencia máxima	0.98

DATOS GENERALES	
Dimensión (ancho x alto x fondo)	360x470x180mm
Peso	25.5kg - 57.8 kg
Temperatura ambiente	-20° C... + 60° C
Grado de protección (partes electrónicas)	IP 65
Certificados	Sin Datar

Marca y potencia del inversor

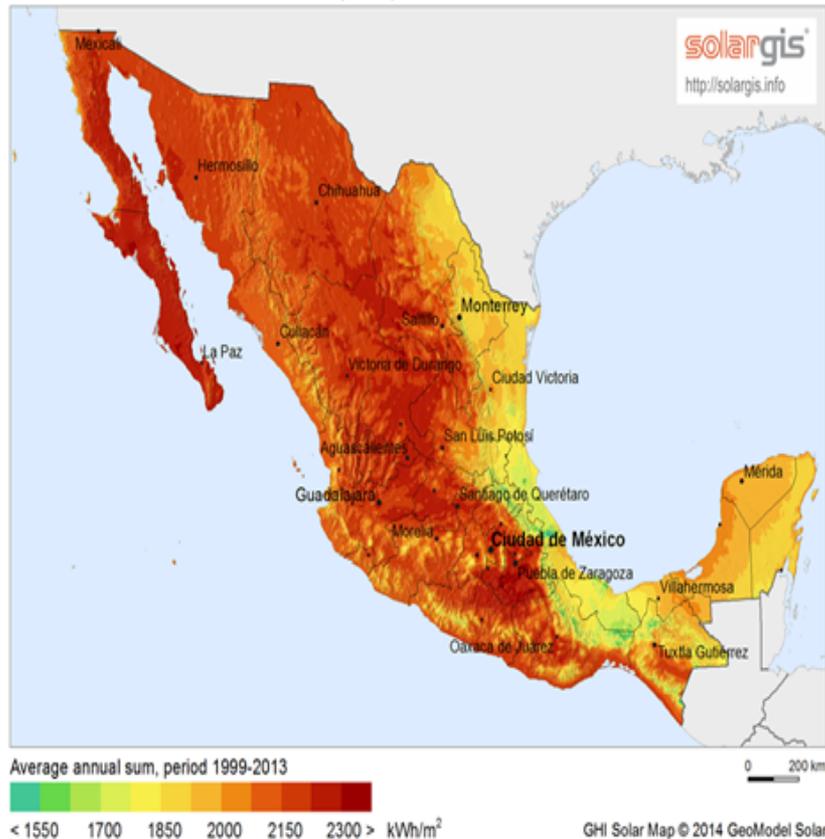
Ingeteam 6,3-7,0 kw

Potencia calculada del inversor en rama	1.06	kw	Potencia calculada del inversor total	10.6	kw
---	------	----	---------------------------------------	------	----

te apartado se deberá solamente ubicar el lugar en donde se va a desarrollar el proyecto.

Global Horizontal Irradiation (GHI)

Mexico



Localización de la Instalación

País	México
Ciudad	Santiago de Querétaro

Estudio del emplazamiento

Longitud	20° 35' 17" N
Latitud	-100° 23' 17" O
Altitud	1824 msnm

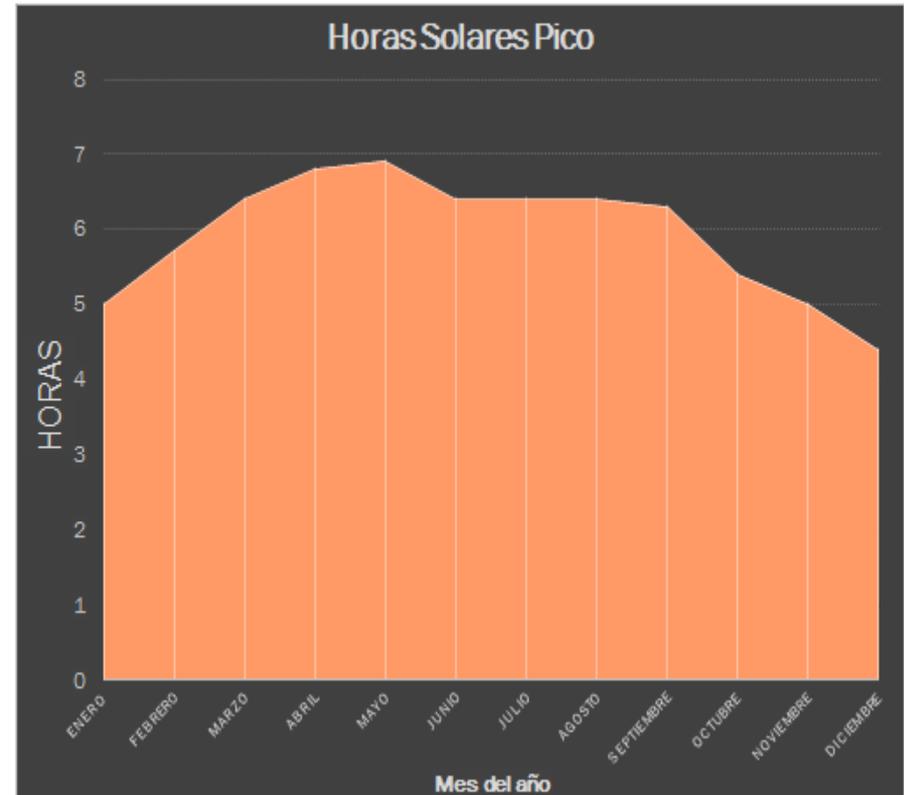
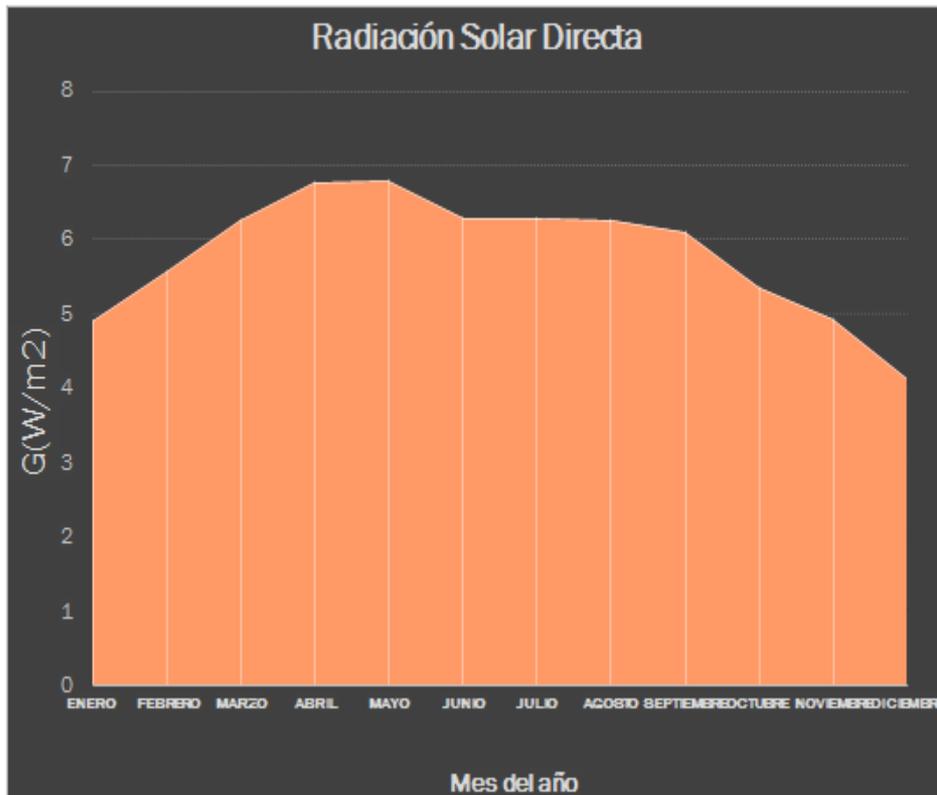
Estudio de variables climáticas

Mes	G (W/m ²)	H.P.S	Velocidad del Viento	
enero	4.898	5	3.3	m/s
febrero	5.56	5.7	3.6	m/s
marzo	6.268	6.4	4	m/s
abril	6.755	6.8	3.8	m/s
mayo	6.795	6.9	3.5	m/s
junio	6.276	6.4	3.2	m/s
julio	6.276	6.4	3.1	m/s
agosto	6.251	6.4	2.8	m/s
septiembre	6.108	6.3	2.8	m/s
octubre	5.362	5.4	2.9	m/s
noviembre	4.936	5	3.1	m/s
diciembre	4.129	4.4	3.1	m/s

Mes crítico

4.4

Gráficos de análisis



Características del Proyecto

Ponga los datos del proyecto en donde se indique

Compañía Proveedor de corriente eléctrica

CFE



Tarifa

HM



Carga total conectada

13.00 kW



Porcentaje de carga con sistema fotovoltaico

0.8



Resultados del dimensionado

Energía producida por día

45.76

kWh

Energía producida por año

16702.4

kWh

Números de paneles

39

Número de módulos EN SERIE

4

Porcentaje de carga con sistema fotovoltaico

0.8



Elaborado por:

Ramiro Reséndiz Badillo

Energías Renovables

Colectores Solares

Dr. Ángel Marroquín De Jesús

Número de módulos EN SERIE

4

Número de módulos EN PARALELO

10

Potencia por rama

1.06

kW

Potencia solar del inversor

10.6

kW

Corriente máxima de entrada del inversor

92.5

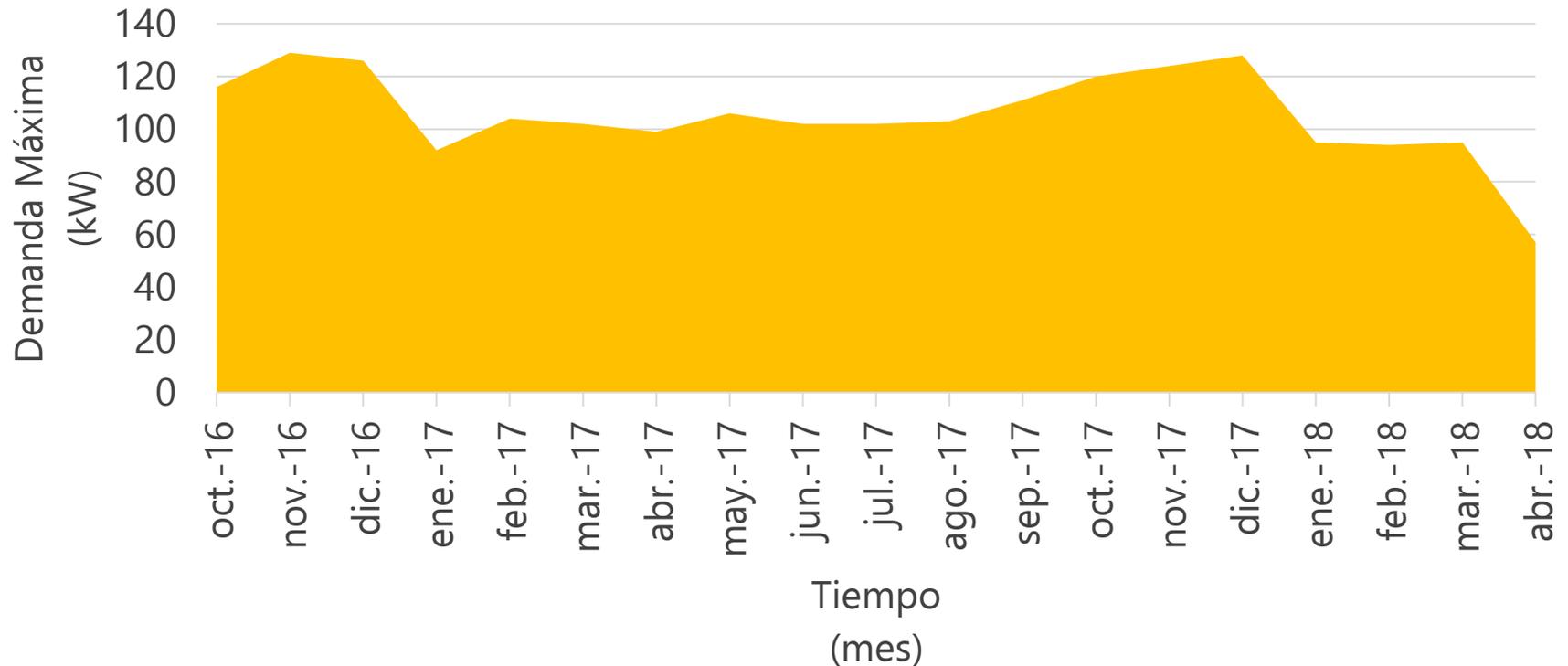
A

Desde su apertura, el proyecto ha tenido resultados bastantes favorables para la Universidad Tecnológica de San Juan Del Rio, dichos resultados son los siguientes:

1

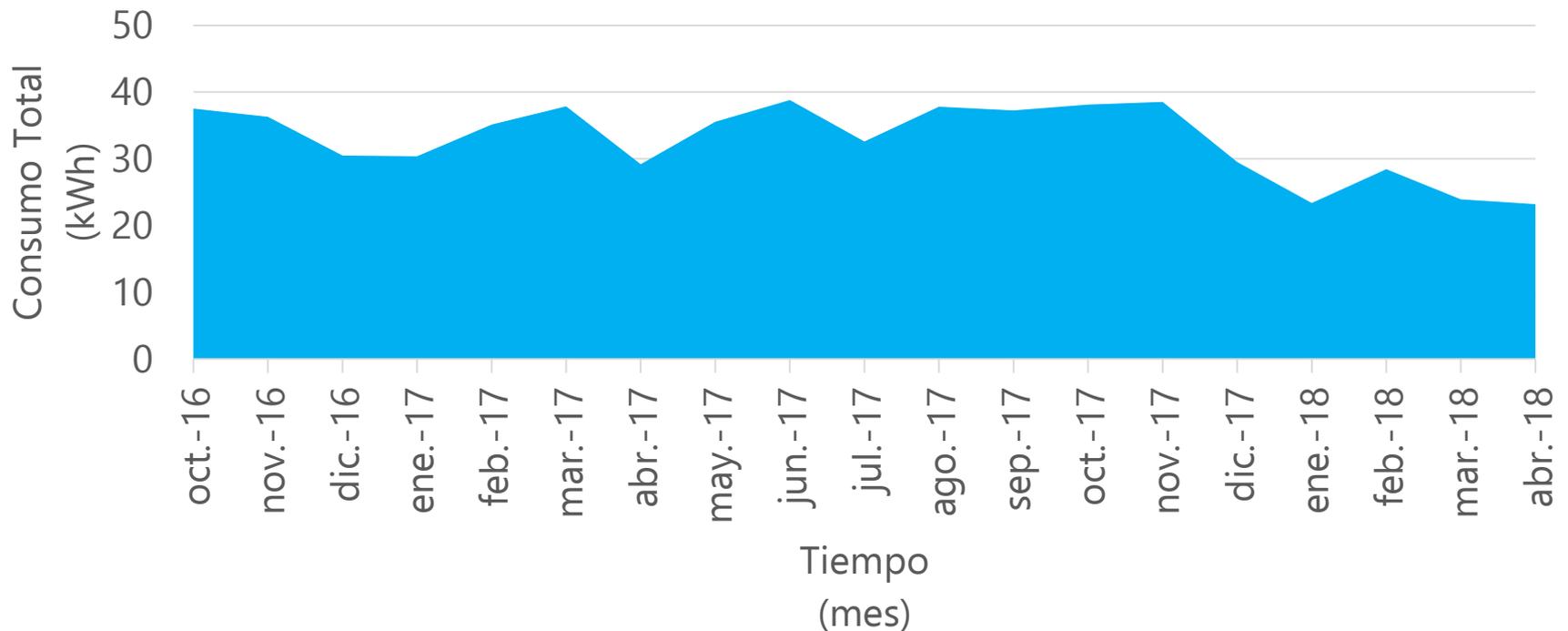
Notable reducción de **Demanda máxima en kW, Consumo total en kWh, Factor de potencia, factor de carga y costos por servicio**: durante los 5 meses de operación del sistema fotovoltaico en el edificio "k", se ha podido ver marcadamente una reducción significativa en los puntos anteriormente dichos. En las siguientes graficas se evidencia lo anteriormente comentado.

Relación Tiempo-Demanda Máxima



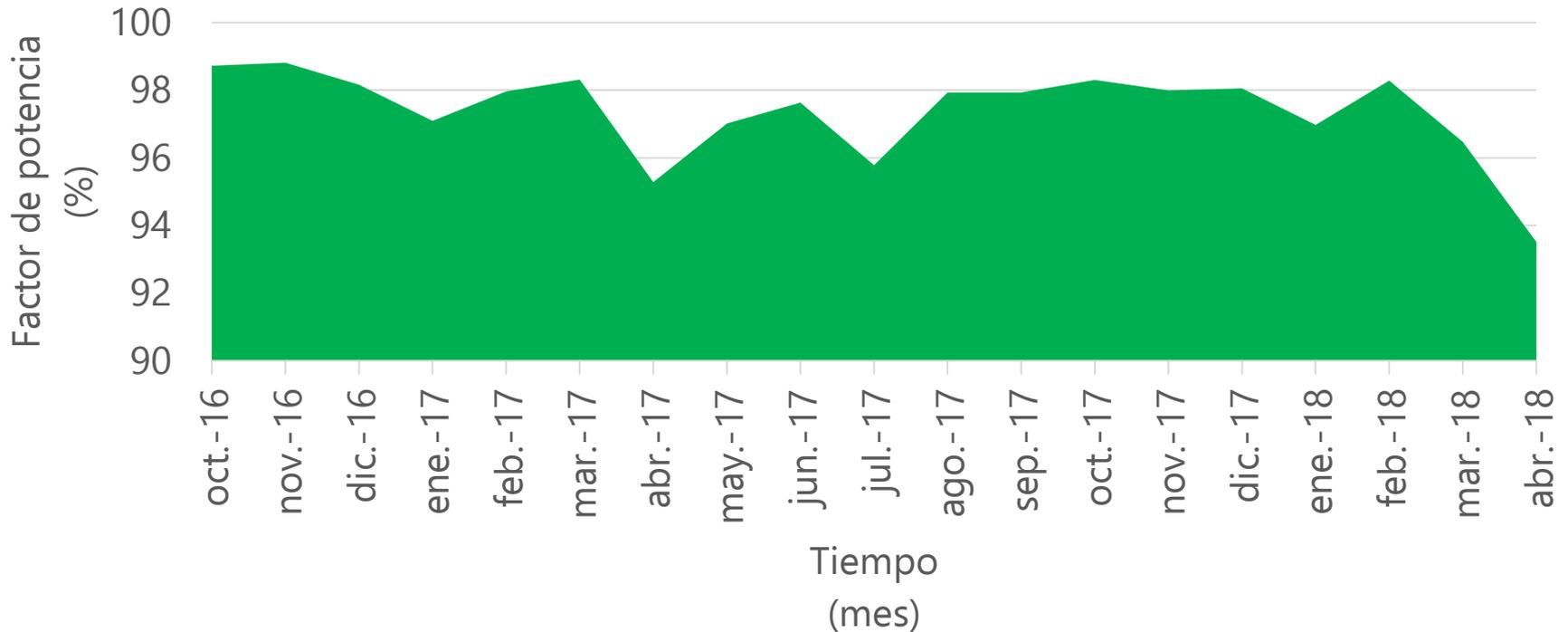
Gráfica 1. Análisis del comportamiento de la relación tiempo-demanda máxima, en el Universidad Tecnológica De San Juan Del Río.

Relación Tiempo-Consumo Total kWh



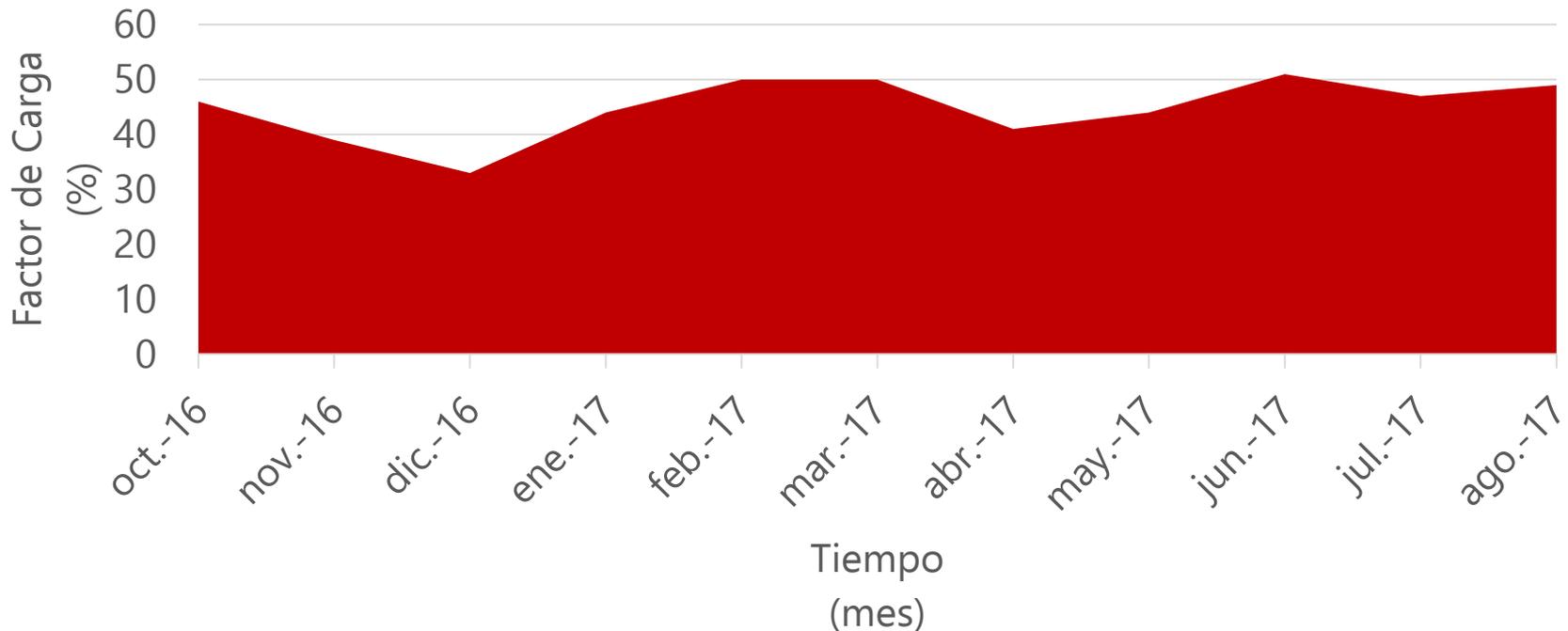
Gráfica 2. Análisis del comportamiento de la relación tiempo-consumo total kWh, en el Universidad Tecnológica De San Juan Del Río.

Relación Tiempo-Factor de Potencia

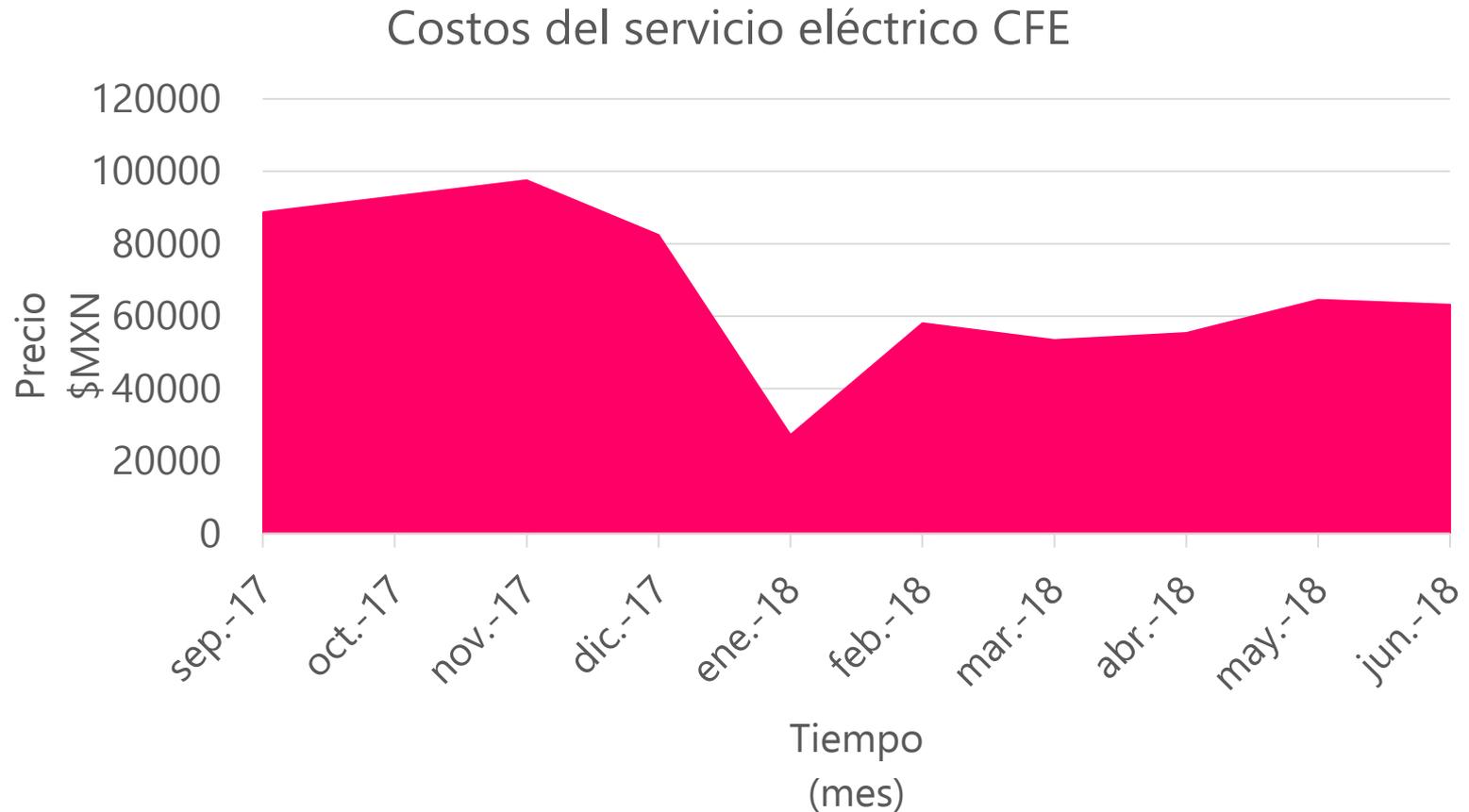


Gráfica 3. Análisis del comportamiento de la relación tiempo-factor de potencia, en el Universidad Tecnológica De San Juan Del Rio.

Relación Tiempo-Factor de Carga



Gráfica 4. Análisis del comportamiento de la relación tiempo-factor de carga, en el Universidad Tecnológica De San Juan Del Río



Gráfica 5. Análisis de los costes del servicio eléctrico en la Universidad Tecnológica De San Juan Del Río.

Como se puede ver en la anterior gráfica, el promedio a pagar por el servicio eléctrico sin el sistema fotovoltaico en el edificio "K" era aproximadamente de \$ 93,084.00 MN y posteriormente a la inauguración del proyecto, la cantidad a pagar del servicio eléctrico fue de \$ 27,177.00 MN, por lo que se puede afirmar que el dimensionamiento y ejecución del proyecto si está cumpliendo con lo establecido.

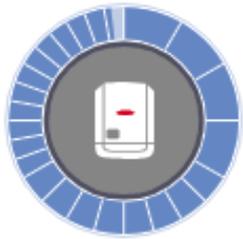
2

Monitoreo del sistema fotovoltaico vía remota: la instalación posé un medio de monitoreo y control, instalado en el inversor de marca FRONIUS, en el cual mediante la siguiente liga electrónica:

<https://www.solarweb.com/Home/GuestLogOn?pvSystemid=3752014d-7bdb-4867-b995-2d5f0ee9422f>

se puede consultar en cualquier tiempo, en streaming toda la información referente al comportamiento y otros puntos esenciales del sistema. En la siguiente imagen se muestran una captura de pantalla del software con datos obtenidos el día 3 de agosto del 2018.

POTENCIA ACTUAL

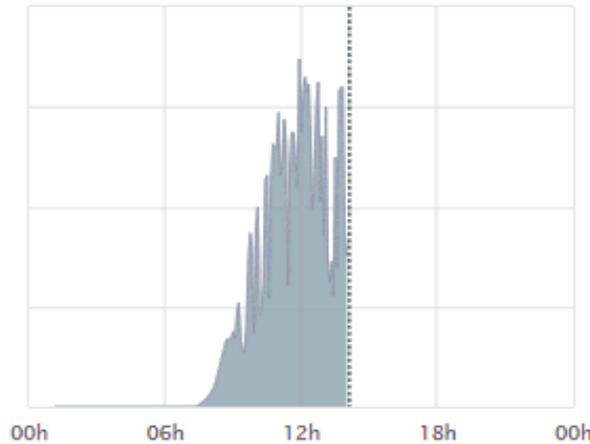


73,0 kW
Utilización 98 %

BALANCE ENERGÉTICO HOY



217,26 kWh



RENDIMIENTO



Total
113.654,51 MXN



AHORRO DE CO₂ TOTAL



29,53 t



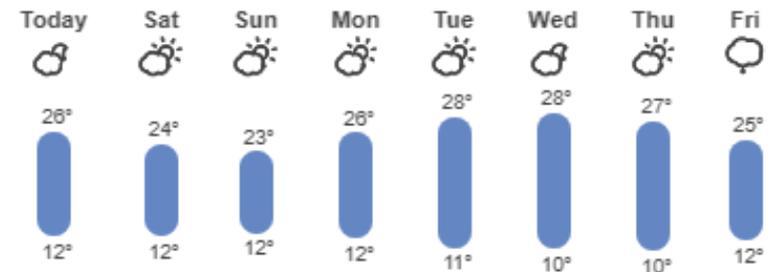
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SAN JUAN ...

SAN JUAN DEL RÍO

FORECAST.IO



Mostly Cloudy
Wind: 5 m/s (NE)



EQUIPOS

CANALES

Corriente CA L1

- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 1)
- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 5)

Corriente CA L2

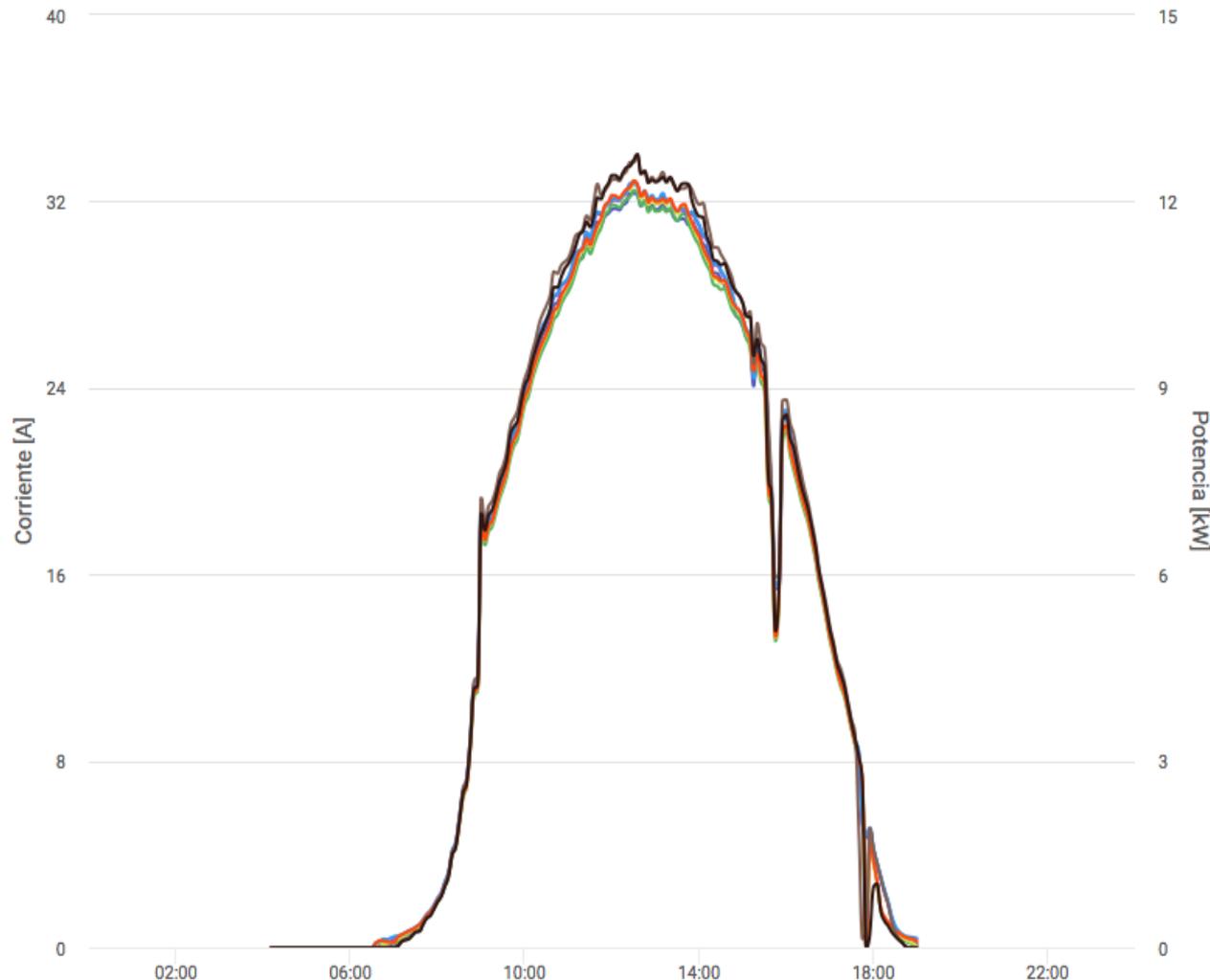
- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 1)
- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 5)

Corriente CA L3

- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 1)
- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 5)

Potencia total

- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 1)
- FRONIUS Symo 15.0-3 208 (# 5)



AVISO RECIBO

Comisión Federal de Electricidad

Av. Paseo de la Reforma Num. 164
 Col. Juárez, Ciudad de México C.P. 06600.
 RFC: CSS160330CP7
 CFE SUMINISTRADOR DE SERVICIOS BASICOS

Número de Servicio:
 044 000 810 981

Total a pagar:

\$88,646.00

(OCHENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y SEIS PESOS 00/100 M.N.)

Nombre y Domicilio:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SJR
 AV LA PALMA 125 VISTA HERMOSA
 VIA DEL TREN
 VISTA HERMOSA
 SN JUAN DEL RIO, QRO.
 C.P. 76824

Fecha límite de pago:
 12 OCT 17

Ruta	Periodo	No. Medidor	Tarifa	Carga conectada kW	Demanda contratada kW	Multiplicador
82DP03G010821200	31 AGO 17 A 30 SEP 17	949CFE	HM	350	350	140

OCT

AVISO RECIBO

Comisión Federal de Electricidad

Av. Paseo de la Reforma Num. 164
 Col. Juárez, México, D.F. C.P. 06600.
 RFC: CSS160330CP7
 CFE SUMINISTRADOR DE SERVICIOS BASICOS

Número de Servicio:
 044 000 810 981

Total a pagar:

\$93,083.00

(NOVENTA Y TRES MIL OCHENTA Y TRES PESOS 00/100 M.N.)

Nombre y Domicilio:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SJR
 AV LA PALMA 125 VISTA HERMOSA
 VIA DEL TREN
 VISTA HERMOSA
 SN JUAN DEL RIO, QRO.
 C.P. 76824

Fecha límite de pago:
 12 NOV 17

Ruta	Periodo	No. Medidor	Tarifa	Carga conectada kW	Demanda contratada kW	Multiplicador
82DP03G010821200	30 SEP 17 A 31 OCT 17	949CFE	HM	350	350	140

AVISO RECIBO

NOV

CFE
Comisión Federal de Electricidad

Av. Paseo de la Reforma Nurn. 164
Col. Juárez, Ciudad de México C.P. 06600.
RFC: CSS160330CP7
CFE SUMINISTRADOR DE SERVICIOS BASICOS

Número de Servicio:
044 000 810 981

Total a pagar:

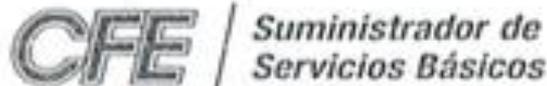
\$97,523.00

(NOVENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS VEINTITRES PESOS 00/100 M.N.)

Domicilio:
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SJR
LA PALMA 125 VISTA HERMOSA
VIA DEL TREN
VISTA HERMOSA
SN JUAN DEL RIO, QRO.
C.P. 76824

Fecha límite de pago:
14 DIC 17

Ruta	Periodo	No. Medidor	Tarifa	Carga conectada kW	Demanda contratada kW	Multiplicador
82DP03G010821200	31 OCT 17 A 30 NOV 17	949CFE	HM	350	350	140



CFE Suministrador de Servicios Básicos
Av. Paseo de la Reforma 164,
Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc, C.P. 06600, Ciudad de México.
RFC: CSS160330CP7

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SJR
AV LA PALMA 125 VISTA HERMOSA
VIA DEL TREN
VISTA HERMOSA
SN JUAN DEL RIO, QRO.
C.P. 76824

TOTAL A PAGAR:

\$82,404.00

(OCHENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS
CUATRO PESOS 00/100 M.N.)

NO. DE SERVICIO (RMU): 76824 00-08-08 UTS9-90521 001 CFE

TARIFA: GDMTH NO. MEDIDOR: 949CFE MULTIPLICADOR: 140 FECHA LÍMITE DE PAGO: 12 ENE 18
CARGA CONECTADA kW: 350 - DEMANDA CONTRATADA kW: 350 CORTE A PARTIR: 13 ENE 18
PERIODO FACTURADO: 30 NOV 17 - 31 DIC 17



CFE Suministrador de Servicios Básicos
Av. Paseo de la Reforma 164,
Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc, C.P. 06600, Ciudad de México
RFC: CSS160330CP7

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SJR
AV LA PALMA 125 VISTA HERMOSA
VIA DEL TREN
VISTA HERMOSA
SN JUAN DEL RIO, QRO.
C.P. 76824

NO. DE SERVICIO (RMU): 76824 00-08-08 UTS9-90521 001 CFE

TOTAL A PAGAR:

\$27,177.00

(VEINTISIETE MIL CIENTO SETENTA Y SIETE PESOS 00/100 M.N.)

PERIODO FACTURADO: 31 DIC 17 - 31 ENE 18



CFE Suministrador de Servicios Básicos
Av. Paseo de la Reforma 164,
Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc, C.P. 06600, Ciudad de México
RFC: CSS160330CP7

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SJR

AV LA PALMA 125 VISTA HERMOSA
VIA DEL TREN
VISTA HERMOSA
SN JUAN DEL RIO, QRO.
C.P. 76824

NO. DE SERVICIO : 044000810981

NO. DE SERVICIO (RMU): 76824 00-08-08 UTS9-90521 001 CFE

TOTAL A PAGAR:

\$58,039.00

(CINCUENTA Y OCHO MIL TREINTA Y NUEVE PESOS 00/100 M.N.)

PERIODO FACTURADO: 31 ENE 18 - 28 FEB 18

TARIFA: GDMTH

NO. MEDIDOR: 949CFE

MULTIPLICADOR: 140

LÍMITE DE PAGO: 18 MAR 18

CARGA CONECTADA KW: 350

DEMANDA CONTRATADA KW: 350

CORTE A PARTIR: 19 MAR 18



Embarques con los paneles solares.



Embarques con los paneles solares.

A photograph of a building with a corrugated metal roof covered in solar panels. The building has blue structural supports and pinkish-red concrete pillars. A sign is visible in the foreground. The sky is clear and blue. The text 'paneles solares' is overlaid in a white box with a teal background at the bottom left.

paneles solares



Embarques con los paneles solares.



Fase de desarrollo de la caseta en donde se ubican los inversores y el sistema de monitoreo y control eléctrico.





Inauguración de la instalación
fotovoltaica del edificio "k" en la
Universidad Tecnológica De San Juan
Del Río.



Alumnos realizando pruebas para el concurso para obtener la certificación en el EC0586, SFV.



Alumnos realizando pruebas para el concurso para obtener la certificación en el EC0586, SFV.

Ancla 1

Ancla 2

Ancla 1

Información relacionada con el desglose el recibo-factura de CFE con y sin el sistema fotovoltaico en el edificio "k" en la Universidad Tecnológica De San Juan Del Río.

PROYECTO

EMPRESA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE SAN JUAN DEL RIO
 DOMICILIO VISTA HERMOSA
 MUNICIPIO SAN JUAN DEL RIO
 ESTADO QUERETARO
 RPU 044 000 810 981

CORREO ELECTRONICO:
 TELEFONO:
 FECHA: 25 de septiembre de 2017
 NUM. DE COTIZACION:
 NUM. DE CLIENTE:



DESGLOSE DE SU RECIBO-FACTURA DE CFE CON Y SIN EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Desglose de la facturación Tarifa H-M sin sistema FV	Consumo Kwh	Precio por kw	Consumos	Energía	Demanda Facturable	Cargo 2% baja tensión	Cargo o abono por Factor de Potencia	Derecho de alumbrado Pub.	Total con IVA / Mes	Tarifa H-M sin sistema fotovoltaico
Consumo Base	6,860	\$ 0.926	\$ 6,352	\$ 44,685	\$ 23,566	\$ 1,365	-\$ 820	\$ 1,720	\$ 81,523	
Consumo Intermedio	27,580	\$ 1.113	\$ 30,688							
Consumo Punta	3,370	\$ 2.269	\$ 7,645							
Demanda Facturable	107	\$ 219.90	\$ 23,566							

Desglose de la facturación Tarifa H-M con sistema FV	Consumo Kwh	Precio por kw	Consumos	Energía	Demanda Facturable	Cargo 2% baja tensión	Cargo o abono por Factor de Potencia	Derecho de alumbrado Pub.	Total con IVA / Mes	Tarifa H-M con sistema fotovoltaico
Consumo Base	4,873	\$ 0.926	\$ 4,512	\$ 32,053	\$ 23,566	\$ 1,112	-\$ 820	\$ 1,397.79	\$ 66,255	
Consumo Intermedio	17,881	\$ 1.113	\$ 19,896	CONSUMO BASE	CONSUMO INTERMEDIO	CONSUMO PUNTA	AHORRO ESTIMADO EN CADA HORARIO			
Consumo Punta	3,370	\$ 2.269	\$ 7,645	29%	35.2%	0%				
* Demanda Facturable	107	\$ 219.90	\$ 23,566							

* La proporción en la disminución de la Demanda Máxima se podrá determinar con más exactitud efectuando un diagnóstico energético que nos indicará el comportamiento de los picos de demanda, con lo que se adecuarían los horarios y costumbres en el uso de los equipos más demandantes. Para este cálculo no se considera.

Esquema para la aplicación de la tarifa H-M con respecto a los horarios de consumo, fuente: Comisión Federal de Electricidad.

ESQUEMA PARA LA APLICACIÓN DE LA TARIFA H-M SEGÚN EL HORARIO DE CONSUMO DE KW

Región	Periodo estacional (Verano / Fuera de verano)	Periodo Horario	Lunes a viernes	Sabado	Domingo y festivos
Central, Noreste, Norte y Sur	Del 1er domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre	Base	0:00 a 6:00	0:00 a 7:00	0:00 a 19:00
		Intermedio	6:00 a 20:00 22:00 a 24:00	7:00 a 24:00	19:00 a 24:00
		Punta	20:00 a 22:00		
	Del último domingo de octubre, al sábado anterior al 1er domingo de abril	Base	0:00 a 6:00	0:00 a 8:00	0:00 a 18:00
		Intermedio	6:00 a 18:00 22:00 a 24:00	8:00 a 19:00 21:00 a 24:00	18:00 a 24:00
		Punta	18:00 a 22:00	19:00 a 21:00	

UN SISTEMA FOTOVOLTAICO NO PRODUCE EN ESTE HORARIO POR LO QUE NO SE VE BENEFICIADO EN EL CONSUMO BASE DE LUNES A SABADO

EL SISTEMA FOTOVOLTAICO GENERARA ENERGIA BENEFICIADO EL CONSUMO BASE SOLO DOMINGOS Y DIAS FESTIVOS

EL SISTEMA FOTOVOLTAICO GENERARA ENERGIA BENEFICIANDO EL CONSUMO INTERMEDIO DE LUNES A SABADO

EN EL PERIODO DE PUNTA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO NO GENERA BENEFICIOS

52	DOMINGOS
10	FESTIVOS
17%	DEL AÑO
303	DIAS LABORABLES
83%	DEL AÑO



BENEFICIOS ECONOMICOS:

Uno de los beneficios de la energía solar fotovoltaica es el ahorro significativo en su factura eléctrica durante los próximos 25 años por lo menos, asumiendo que la totalidad de la producción fotovoltaica sería utilizada a través del autoconsumo instantáneo o vertiendo los excedentes no consumidos a la red de distribución (balance neto).

Otro es la deducción en el impuesto sobre la renta hasta del 30% aproximado de la inversión fotovoltaica en un plazo de 1 año (según artículo 40 de la ley del ISR), lo que significa recursos adicionales para la capitalización y mejoras de la empresa que derivará en utilidades adicionales por los rubros beneficiados por dicha inversión.



BENEFICIOS AMBIENTALES:

El principal beneficio ambiental con la implementación de los sistemas fotovoltaicos es la reducción en la huella de carbono (menor emisión de gases que producen el efecto invernadero) al demandar electricidad producida con insumos renovables y sostenibles, en lugar de fuentes tradicionales como la combustión fósil.

La instalación fotovoltaica es equivalente a plantar varias decenas de árboles.

Según con los datos obtenidos del software de Fronius, en la instalación fotovoltaica en el edificio "K", se ha plantado aproximadamente 775 arboles hasta la fecha, además de que también se han ahorrado 30.23 t de CO₂ totales.



 Además, el sombreado que produce el arreglo fotovoltaico sobre el tejado, loza o terreno evita la erosión y deterioro de las construcciones pues disminuyen considerablemente el intemperismo de los materiales.

 Al reducir a largo plazo la necesidad de tendidos eléctricos, se verá un impacto positivo dada la disminución de la tala de árboles y vegetación nativa provocada por los tendidos eléctricos.

 Por último, la disminución en el ruido provocado por los generadores tradicionales de energía beneficiará al medio ambiente que rodea los centros de generación de energía con fuentes fósiles.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)