



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

Nombre del Trabajo

“AUTOMATIZACIÓN DEL MONITOREO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INTERCONECTADOS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN, DE INMUEBLES DE USOS PROPIOS DE LA DIVISIÓN CENTRO ORIENTE”.

TESIS

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN INGENIERÍA
CON OPCIÓN TERMINAL EN
SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

Presenta:

Angel Jiménez Díaz

Asesor de tesis:

Dr. José Guillermo Pérez Luna

Puebla, Pue.

Diciembre 2018



H. Puebla Pue., 22 de noviembre de 2018

M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández
Director de la Facultad de Ingeniería BUAP

Asunto: Autorización de Impresión

Por medio del presente, el que suscribe, **Dr. José Guillermo Pérez Luna**, Asesor del tema de tesis denominado **"Automatización del Monitoreo de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados a las Red de Distribución, de Inmuebles de Usos Propios de la División Centro Oriente"**. Presentado por el **Lic. Angel Jiménez Díaz**, pasante de la Maestría en Ingeniería opción terminal Sistemas Eléctricos de Potencia, matrícula **215470314**, que se imparte en esta Facultad Académica.

Me permito informar a usted que después de haber revisado el contenido temático, metodología, la redacción y ortografía, de la tesis, no tengo inconveniente en autorizar la impresión de la misma.

Solicitando la Autorización del jurado para su examen profesional.

ATENTAMENTE

Dr. José Guillermo Pérez Luna



AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. José Guillermo Pérez Luna, por su dedicación al apoyarme y asesorarme en este proyecto.

A los directivos de Comisión Federal de Electricidad por el apoyo y la motivación para concluir esta etapa profesional.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y a sus profesores por haberme dado las bases fundamentales para ser un verdadero profesionista.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres Sr. Angel Jimenez Villegas y Sra. Carmen Diaz Español, por haberme guiado con sabiduría para crecer como persona.

A mi esposa Carmen Morales Mendoza, por su cariño y apoyo incondicional. A mis hijos Lis Xcaret, Luis Antonio y Luis Angel por haberme brindado parte de su tiempo.

A mis amigos y Compañeros del Trabajo por las ideas para complementar este proyecto.



RESUMEN

En la División Centro Oriente de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en junio de 2014 inicio la instalación de Sistemas Fotovoltaicos (SFV), actualmente hay 43 inmuebles de usos propios interconectados a la red de baja tensión, la potencia total de generación es de **453 kW pico**, con una generación de energía eléctrica anual de **740,450 kWh** y la reducción de emisiones de **CO₂** a la atmosfera (**303 toneladas**), con una inversión total de **\$ 15,000,000.00**, el retorno de dicha inversión es de **6.5 años**. De lo anterior existe la necesidad de estar monitoreando la generación de la energía eléctrica. A principios del 2015 se detectó que en algunos sistemas fotovoltaicos la **baja o nula generación de energía eléctrica**, por mencionar algunos problemas, diodos de protección dañados, variaciones de voltaje, falta de mantenimiento, libranzas no autorizadas, fusibles del Inversor dañados; todo lo anterior se traduce a energía no inyectada a la carga o la red de baja tensión, en promedio al año estas pérdidas eran del orden de 41,550 kWh con un importe de \$ 83,100.00. **La automatización del monitoreo de Sistemas Fotovoltaicos** permitió se corrigieran las fallas que provocan la baja o nula generación de energía eléctrica en **tiempo y forma**, mejorando la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos de la División Centro Oriente. Este sistema de monitoreo en línea lleva funcionando 3 años, por lo que en este periodo se ha dejado de perder \$ 250,000.00 pesos con un equivalente de 124,650 kWh, y se ha evitado emitir a la atmosfera 51 toneladas de CO₂. Esta experiencia y por la vida útil de los SFV (15 años), la proyección en ahorros es de: \$ 1,246,500.00 pesos; en energía eléctrica es por 623,250 kWh, y el equivalente de 255 toneladas de CO₂ se dejarán de emitir a la atmosfera. Actualmente se están monitoreando los SFV de la División Centro Oriente; además, se están haciendo pruebas en la División Sureste con la finalidad de implementar este tipo de sistemas en las otras 15 Divisiones de CFE. En este trabajo se describe en forma detallada el procedimiento legal para la elaboración de los contratos de interconexión en pequeña y mediana escala; así como, la interpretación de la bolsa de energía. La información presentada facilita el proceso de compra, instalación y puesta en operación de un sistema fotovoltaico para mediana escala. Se documentaron los pasos a seguir para detectar y corregir las fallas más elementales de un sistema fotovoltaico. El servicio de monitoreo se puede ofrecer al público en general con costos competitivos, siendo una forma de generar ingresos a la empresa.



ABSTRACT

In the División Centro Oriente of the Comisión Federal de Electricidad (CFE) in June 2014, the installation of Photovoltaic Systems (SFV) started, there are currently 43 properties of own uses interconnected to the low voltage network, the total power generation is of **453 kW peak**, with an annual electric power generation of **740,450 kWh** and the reduction of CO₂ emissions to the atmosphere (**303 tons**), with a total investment of **\$ 15,000,000.00**, the return on this investment is 6.5 years. From the above there is a need to be monitoring the generation of electric power. At the beginning of 2015 it was detected that in some photovoltaic systems the **low or null generation of electrical energy**, to mention some problems, damaged protection diodes, voltage variations, lack of maintenance, unauthorized releases, damaged inverter fuses; all of the above is translated to energy not injected into the load or the low voltage network, on average per year these losses were of the order of 41,550 kWh with an amount of \$ 83,100.00. **The automation of the photovoltaic systems monitoring** allowed to correct the faults that cause the low or null generation of electric power in a timely manner, improving the efficiency of the photovoltaic systems of the División Centro Oriente. This online monitoring system has been in operation for 3 years, so in this period it has stopped losing \$ 250,000.00 pesos with an equivalent of 124,650 kWh, and has avoided emitting 51 tons of CO₂ into the atmosphere. This experience and for the useful life of the SFV (15 years), the projection in savings is: \$ 1,246,500.00 pesos; in electrical energy it is for 623,250 kWh, and the equivalent of 255 tons of CO₂ will be used to emit into the atmosphere. The SFV of the División Centro Oriente is currently being monitored; In addition, tests are being carried out in the División Sureste with the purpose of implementing this type of systems in the other 15 Divisiones of CFE. This paper describes in detail the legal procedure for the elaboration of interconnection contracts in small and medium scale; as well as, the interpretation of the energy exchange. The information presented facilitates the process of purchase, installation and start-up of a medium-scale photovoltaic system. The steps to be followed to detect and correct the most elementary faults of a photovoltaic system were documented. The monitoring service can be offered to the general public with competitive costs, being a way to generate income for the company.



Índice General

Capítulo 1 Introducción	12
1.1 Generalidades	12
1.2 Descripción del Problema	13
1.3 Justificación	18
1.4 Objetivo de la Tesis	19
1.4.1 Objetivo general:	19
1.4.2 Objetivo Particular	19
1.5 Estructura de la Tesis	19
Capítulo 2 Aspectos técnicos de los Sistemas de Generación Fotovoltaica	21
2.2 El Sol principal fuente de energía.....	21
2.2.1 Atlas solar	23
2.3 Principales ventajas de las plantas FV	23
2.3.1 Las principales desventajas de una planta FV	24
2.3.2 La electricidad anual generada por una planta FV depende de distintos factores.....	24
2.3.3 Aplicaciones principales de las plantas FV	24
2.4 Componentes principales de una planta fotovoltaica	24
2.4.1 Generador fotovoltaico.....	24
2.4.2 100% de la energía solar incidente	25
2.4.3 Tipos de Modulo Solar Fotovoltaico	26
2.5 Información técnica del sistema fotovoltaico.....	28
2.5.1 Degradación de un panel fotovoltaico.	28
2.5.2 Parámetros eléctricos de un panel fotovoltaico.	28
2.5.3 Curvas típicas de los paneles fotovoltaicos.....	29
2.5.4 Datos técnicos importantes	29
2.5.4.1 Ficha técnica del panel fotovoltaico.....	30
2.6 Inversor de corriente directa a corriente alterna interconectado a la red de baja tensión.	30
2.6.1 Partes que integran un inversor de corriente directa a corriente alterna.....	30
2.6.2 Tipo de onda (cuadrada / senoidal modificada / senoidal pura)	30
2.6.3 Capacidad de inyección a red (on grid / off grid)	31
2.6.4 Respuesta de un inversor a la interrupción del servicio eléctrico	31



2.6.5 Diferentes Voltajes Eléctricos de Salida de un Inversor.....	31
2.7 Requerimientos técnicos necesarios a considerar para realizar una propuesta de proyecto fotovoltaico	32
2.7.1 La factibilidad de cada solución propuesta será calificada contra estos objetivos:	32
2.7.2 Recurso climatológico del lugar	33
2.7.3 Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico interconectado a la red (SFVIR)	33
2.7.4 Especificaciones eléctricas principales del SFVIR.....	35
Capítulo 3 Aspectos Legales en la Contratación de Sistemas de Generación por fuentes Renovables. ...	36
3.1 Resolución de la CRE, RES/003/2011.	36
3.2 Resultado de la Resolución.	36
3.2.1 Primero.....	36
3.2.2 Segundo.....	37
3.2.3 Tercero	37
3.2.4 Cuarto.....	37
3.2.5 Quinto.....	37
3.2.6 Sexto.....	38
3.3 Resolución de la CRE, RES/142/2017, Plataforma Informática en Materia de Generación Distribuida.	38
3.4 Procedimiento para la atención de solicitudes sin opinión técnica.....	39
3.5 Características Principales para la contratación.	40
3.6 Componentes principales de un Sistema Fovovoltaico	40
3.7 Requisitos para el contrato de Interconexión y Proceso de Facturación.	41
3.7.1 Solicitud.....	41
3.7.2 Energía Facturada.....	41
3.7.3 Bolsa de energía	41
Capítulo 4 Proceso de licitación para los SFV en Inmuebles de CFE de la DCO	42
4.1 Especificaciones técnicas que debe cumplir un Sistema Fovovoltaico (partida única).....	42
4.2 Accesorios para la instalación de un SFV.	43
4.3 Instalación y conexión de los paneles fotovoltaicos.	44
4.3.1 Normas que debe cumplir el licitante:.....	45
4.3.2 Sistema Fovovoltaico	45
4.3.3 Certificados, permisos y licencias.....	45
4.3.4 Responsabilidad del licitante	45



4.3.5 Recepción de los SFV.....	46
4.3.6 Periodos de garantía de la obra Electromecánica, materiales y Equipo.....	46
4.3.7 Requerimientos adicionales en los SFV.....	46
4.3.8 Conexión a la red eléctrica del sistema Fotovoltaico.....	47
4.3.9 Medios de desconexión del sistema fotovoltaico.....	49
Capítulo 5 Instalación y puesta en operación de los SFV de la DCO.....	50
5.1 Diseño de la Instalación de los SFV por parte del Proveedor ganador.	50
5.2 Resumen de Simulaciones de Generación de kWh.....	50
5.2.1 Relación de Inmuebles de usos propios con Sistemas de Paneles Fotovoltaicos.	50
5.3 Evidencias fotográficas de los SFV.	56
5.3.1 Componentes principales de un SFV.....	56
5.4 Verificación previa para interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW.....	58
5.5 Procedimiento para configurar la Tarjeta de Comunicación del inversor Fronius IG Plus V.	63
5.5.1 Configuración de WI-FI y Cambio de Interruptor.....	63
5.5.2 Configuración local.....	64
5.5.3 Configuración de IP.....	64
5.5.4 Desactiva el servidor Proxy.....	65
5.5.5 Tarjeta del inversor.....	66
5.5.8 Modificación de RED.....	66
5.6 Procedimiento para verificar el correcto funcionamiento de los Sistemas Fotovoltaicos.....	67
5.6.1 Secuencia de Verificación.....	67
5.6.2 Inversor en Operación.....	68
5.6.3 Caja de conexiones arreglo de módulos.....	68
5.6.4 Caja de Conexiones del Sistema Fotovoltaico.....	69
5.6.5 Medición de Voltaje Directo con el Interruptor Abierto.....	69
5.6.6 Medición de voltaje en cada panel fotovoltaico.....	70
5.6.7 Estado de los Paneles Fotovoltaicos.....	70
5.6.8 Formato de Reporte.....	71
5.7 Procedimiento para configurar la tarjeta de comunicación del inversor para el envío de datos de errores de los paneles fotovoltaicos.....	71
5.7.1 Entrar a panel de control para desactivar el firewall de Windows (aplica para Windows 8).	71
5.7.2 Instalación de Software para envío de reportes.....	73



5.7.3 Configuración de la IP.....	74
5.7.4 Configuración de la aplicación	76
5.8 Mantenimiento a los SFV	77
5.8.1 Revisión de la Estructura	77
5.8.2 Limpieza de los Módulos Solares	77
5.8.3 Tubería y Cableado.....	78
5.8.4 Revisión de Sombreados	78
5.8.5 Revisión Eléctrica del Sistema	79
Capítulo 6 Automatización del Monitoreo de los SFV de la DCO	80
6.1 Diagrama de Operación de la automatización del Monitoreo de los SFV.	80
6.2 Software utilizado para la automatización del Monitoreo de los SFV.	80
6.3 Reportes que generan la automatización del Monitoreo de los SFV.....	82
6.3.1 Reporte diario de producción de kWh y alarmas a través del correo.....	82
6.4 Gráficas de la producción de los 43 SFV de la DCO	83
Conclusiones	89
Trabajos Futuros.....	89
Trabajos Publicados.....	89
Certificación	90
Referencias	91
ANEXO A.....	93
ANEXO B.....	94
ANEXO C.....	95
ANEXO D	96
ANEXO E.....	97
ANEXO F	99
ANEXO G	101
Glosario	107



Índice de Figuras

Pág.

Figura 1.1 Falso contacto en las conexiones de Corriente Alterna.	13
Figura 1.2 Paneles Fotovoltaicos con polvo.	13
Figura 1.3 Comparativo de la Producción de kWh de dos SFV, limpio Vs con polvo.	14
Figura 1.4 Diodos de protección dañados.	14
Figura 1.5 Generación de kWh del SFV Suc. Angelópolis enero 2014.	15
Figura 1.6 Fusible de CA dañado.	15
Figura 1.7 Generación de kWh del SFV CAC Amozoc enero y febrero 2015.	16
Figura 2.1 Radiación extra atmosférica.	20
Figura 2.2 Flujo energético entre el sol, la atmosfera y el suelo.	20
Figura 2.3 Mapa de la Irradiancia solar en México y el mundo.	21
Figura 2.4 Silicio dopado.	23
Figura 2.5 Funcionamiento de una célula fotovoltaica.	24
Figura 2.6 Tipos de módulos solares fotovoltaicos: a) Mono cristalino, b) Capa Delgada y c) Policristalino.	25
Figura 2.7 Arreglo de paneles fotovoltaicos.	25
Figura 2.8 Desgaste o envejecimiento del panel fotovoltaico.	26
Figura 2.9 Parámetros eléctricos de un PV.	26
Figura 2.10 Características Corriente y Voltaje Vs a) Potencia Máxima a 25 °C y diferentes radiaciones, b) diferentes Temperaturas de célula a 1,000 W/m ² .	27
Figura 2.11 Funcionamiento de un inversor de corriente directa a corriente alterna.	28
Figura 2.12 Inversor interconectado a la red de baja tensión.	29
Figura 2.13 Respuesta del inversor a la interrupción del servicio eléctrico.	30
Figura 2.14 Modelo para la implementación de un SFV.	31



Figura 2.15 Recopilación de radiación solar, velocidad y dirección de vientos, temperaturas, humedad.	32
Figura 3.1 Procedimiento de contratación de SFV en Pequeña y/o Mediana Escala.	37
Figura 3.2 Componentes principales de un SFV.	38
Figura 5.1 Diagrama unifilar de un SFV.	49
Figura 5.2 Diagrama esquemático de un SFV.	50
Figura 5.3 Plano de Conexión de un SFV.	51
Figura 5.4 Resultados de la simulación de la producción de kWh de un SFV.	52
Figura 5.5 Módulos, Estructura, Cajas de Conexiones de CD Sensores.	54
Figura 5.6 Sensores de Viento, Radiación, Temperatura Ambiente y del Panel.	54
Figura 5.7 Tarjeta de control de Sensores y caja de Conexiones de CD.	55
Figura 5.8 Inversor e Interruptor de Interconexión con la Red de BT.	55
Figura 5.9 Equipo de protecciones en CA y CD.	56
Figura 5.10 Placa de datos de los Módulos Solares.	56
Figura 5.11 Interruptor de Interconexión con la Red de BT.	57
Figura 5.12 Inversor de CD a CA marca Fronius IG Plus V.	58
Figura 5.13 Interruptor de desconexión del SFV y la red de BT.	59
Figura 5.14 Diagrama Unifilar del Generador interconectado a la red de BT.	59
Figura 5.15 Interruptor del Inversor.	60
Figura 5.16 SFV debidamente aterrizado.	60
Figura 5.17 Inclinação de los Paneles Fotovoltaicos.	61
Figura 5.18 (a) Apagar WI-FI y (b) Cambio de posición de B a A.	62
Figura 5.19 Configuración área local.	62
Figura 5.20 Configuración de la IP.	63



Figura 5.21 Desactivación del Proxy.	63
Figura 5.22 Comunicación con el Inversor.	64
Figura 5.23 Configuración de Red y contraseña.	64
Figura 5.24 Confirmación de ajustes.	65
Figura 5.25 Toma de lectura y operación del interruptor.	66
Figura 5.26 Cajas de conexiones.	66
Figura 5.27 Secuencia para la toma de Voltajes en CD.	67
Figura 5.28 Valores de los Voltajes en CD en las tres líneas.	67
Figura 5.29 Medición del voltaje en cada módulo fotovoltaico.	68
Figura 5.30 Supervisión del estado físico de los módulos fotovoltaicos.	68
Figura 5.31 Descripción del firewall.	69
Figura 5.32 Ingreso al firewall.	70
Figura 5.33 Configuración avanzada.	70
Figura 5.34 Configuración en propiedades.	71
Figura 5.35 Firewall inactivo.	71
Figura 5.36 Instalación de software.	72
Figura 5.37 Monitoreo de la generación de energía.	72
Figura 5.38 Actualización del firmware y LAN.	73
Figura 5.39 Proceso de instalación de la data manager.	73
Figura 5.40 Mensaje de no conexión con el servidor.	74
Figura 5.41 Actualización exitosa.	74
Figura 5.42 Configuración de la aplicación.	75
Figura 5.43 Estructura del SFV.	76
Figura 5.44 Limpieza de módulos fotovoltaicos.	76



Figura 5.45 Revisión de la tubería.	77
Figura 5.46 Asegurarse que no haya objetos que provoquen sombras.	77
Figura 5.47 Equipo de seguridad.	77
Figura 6.1 Diagrama esquemático del Sistema de Monitoreo de los SFV.	79
Figura 6.2 Software empleado para el sistema de monitoreo.	79
Figura 6.3 reporte de la generación diaria de cada SFV.	80
Figura 6.4 Reporte de generación total para nov/2018, de los 43 SFV de la DCO.	81
Figura 6.5 Reporte de generación por Zona en nov/2018 de los 43 SFV de la DCO.	82
Figura 6.6 Horas de radiación solar para noviembre/2018 del SFV ZN_PUEPTE2.	82
Figura 6.7 Horas de radiación solar para los meses de 2017 del SFV ZN_PUEPTE1	83
Figura 6.8 Grafica de generación, día soleado.	83
Figura 6.9 grafica de generación, día nublado.	84
Figura 6.10 Grafica de la generación total Divisional para 2017.	84
Figura 6.11 Generación de energía eléctrica de los 43 SFV del 2015 al 2018.	85



Índice de Tablas

Pág.

Tabla 3.1 Se muestra los tipos de contratos de Interconexión.	37
Tabla 4.1 Resultados de la Licitación Pública Internacional de SFV	46
Tabla 5.1 Resumen de la Simulaciones de generación de kWh para 13 SFV	53
Tabla 5.2 Relación de inmuebles de la DCO que cuentan con SFV.	53
Tabla 5.3 Reporte de las mediciones y supervisión al SFV.	69
Tabla 6.6 Resumen de generación de energía eléctrica por inmueble del 2015 al 2016.	86
Tabla 6.7 Insolación global media inclinación a latitud en México en kWh/m ² -Día.	94



Capítulo 1 Introducción

1.1 Generalidades

La motivación para profundizar en la investigación del presente tema de Tesis es debido a que a nivel nacional y mundial se está registrando un creciente interés hacia las “Energías Renovables”. Esto es debido a que, para generar energía eléctrica en México, se utiliza el 78.9 % de combustibles fósiles (no renovables), contribuyendo en gran manera al calentamiento global. La explotación de fuentes de energía alternativas y renovables usadas conjuntamente con la menor dependencia hacia estos, forman parte de la solución [9].

El Sol es sin duda una fuente de energía renovable con un enorme potencial y es viable utilizar con el máximo respeto al medio ambiente. Basta con pensar que a cada instante la superficie del hemisferio terrestre expuesto al Sol recibe una potencia de más de 50 000 TW, es decir, la cantidad de energía solar que llega a la corteza terrestre viene a ser 10 000 veces mayor que la energía utilizada en todo el mundo [1].

En el núcleo del Sol se producen constantemente reacciones de fusión a temperaturas de millones de grados que liberan enormes cantidades de energía en forma de radiación electromagnética. Parte de esta energía llega a la capa exterior de la atmósfera terrestre con una irradiancia promedio (constante solar) alrededor de $1,367 \text{ W/m}^2 \pm 3\%$, un valor que varía en función de la distancia entre la Tierra y el Sol. Debido a su órbita elíptica, la Tierra se encuentra a su distancia mínima respecto al sol, (perihelio) en diciembre y enero, y a su máxima distancia (afelio) en junio y julio y de la actividad solar (manchas solares) [1].

Entre los diferentes sistemas que utilizan fuentes de energía renovable, los basados en tecnología fotovoltaica son muy prometedores gracias a sus cualidades intrínsecas: tienen unos costos de funcionamiento muy reducidos ("combustible" gratis) y necesidades de mantenimiento limitadas; son fiables, no producen ruido y son fáciles de instalar. Además, la energía fotovoltaica en algunas aplicaciones aisladas es definitivamente mejor, que otras fuentes energéticas; sobre todo allí donde la instalación de líneas eléctricas tradicionales resulta difícil y costosa [1]. A nivel mundial, la energía fotovoltaica está aumentando enormemente gracias a la política de tarifas reguladas, un mecanismo para financiar el sector FV que subvenciona, por medio de incentivos concedidos por los gobiernos, a la generación de energía eléctrica producida por plantas conectadas a la red.



El gobierno mexicano, representado por la Secretaría de Energía (SENER), la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), estableció en 2012 una meta de generación de energía eléctrica a partir de fuentes limpias equivalente al 35% para el año 2024. Sin embargo, gracias a los mecanismos desarrollados con la implementación de la Reforma Energética hay estimaciones de alcanzar el 25% de la generación de energía, a partir de fuentes limpias para 2018.

De acuerdo con la Iniciativa Solar, un estudio de la Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica (ASOLMEX), elaborado en coordinación con PWC (Price Waterhouse Coppers), México cuenta con una irradiación solar de 6,36 kWh/m² por día, lo que le otorga el potencial de instalar más de mil 800 giga Watts de capacidad en zonas con factores de planta mayores a 20%, es decir, 28 veces la capacidad total instalada en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) [4].

Actualmente la nación mexicana sólo genera 20.34% a partir de energías limpias, y menos de 1% es generada por energía solar.

En el ámbito los sistemas fotovoltaicos, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Morelos y Yucatán serán entidades del país con desarrollo de proyectos solares los cuales son generados por más de 172 empresas de energía solar que ya invierten y crean empleos en México; de las cuales, 84 son proveedores de servicios y 88 de tecnología [4].

Crecimiento acelerado

De acuerdo con proyecciones de la Comisión Reguladora de Energía y la SENER, los nuevos reglamentos en generación distribuida, implementados en el primer trimestre del año para el impulso del sector fotovoltaico, elevaron las proyecciones de crecimiento de usuarios en este rubro para que pasen de 22 mil usuarios, que actualmente generan energía eléctrica mediante paneles solares, a 155 mil en los próximos cuatro años.

Por otra parte, tanto la CRE como la SENER estiman que la cobertura de generación distribuida, que actualmente es de 151 mega Watts, alcance para 2022 una inversión de 50 mil millones, los cuales, sumados a la generación de gran escala, lograrían una instalación total de seis mil mega Watts en dicho año, lo que representa una inversión de 150 mil millones de pesos y más de 24 mil nuevos empleos generados tanto directos, como indirectos e inducidos [4].

1.2 Descripción del Problema

Actualmente en la División Centro Oriente de la CFE cuenta con 43 inmuebles de uso propio que están consumiendo energía generada con fuentes renovables, por medio de paneles fotovoltaicos interconectados a la red de baja tensión; la potencia total de generación es de **453 kW pico** (tabla 5.2), con una producción anual total de **740,450**



kWh (tabla 6.6) y la reducción de emisiones de **CO₂** a la atmosfera (**336 toneladas**) [14]. Los inmuebles entraron en operación en diciembre de 2014, con una inversión total de **\$ 15,000,000.00**, el retorno de dicha inversión es de **6.5 años** [15]. De lo anterior existe la necesidad de estar monitoreando la generación de los kWh, a través del software del inversor de corriente directa a alterna (Fronius) [2], cada sistema fotovoltaico cuenta con una **IP fija local** (ya que la política de seguridad en CFE no recomienda la **IP fija Publica**, para que el monitoreo sea a través del servidor del proveedor y una renta mensual por el servicio); aunque en cada inmueble se asignó a una persona responsable en la realidad no sucede así, por lo que a nivel divisional se tiene que hacer la consulta y generación de **reportes manualmente** en forma manual. Con esta política se han detectado en algunos sistemas fotovoltaicos **baja o nula producción de energía eléctrica debido a los siguientes problemas:**

- Diodos de protección dañados, lo que provoca que la serie de los Paneles Fotovoltaicos conectados a ese circuito dejan de producir la energía eléctrica.
- Variaciones de voltaje, el inversor se abre y deja de inyectar energía a la carga o a la red de Baja Tensión [2].
- Alarmas que registra el inversor NO son detectadas a tiempo para corregirlas.
- Falta del cumplimiento al programa de mantenimiento de limpieza a los paneles fotovoltaicos, provoca que la producción de energía disminuya hasta en 10 %.
- Libranzas no autorizadas (se puede dejar de producir energía hasta por un mes, por un error humano).
- Perdida de perfil cinco minutil por Interrupciones de la comunicación del inversor (cambio de IP, Cambio de PW de red, daño en Wi-Fi).
- Fusibles del Inversor dañados.
- Daño de la tarjeta de comunicación (Data Loguer) [2].

A continuación, se muestran las fallas más comunes de los Sistemas Fotovoltaicos de los inmuebles de uso propio de CFE.

El inmueble de Tecamachalco es de 10 kWp instalados y por un falso contacto en el interruptor de corriente alterna, ya que en ese se produjo un punto caliente, según se muestra en la figura 1.1, el inversor dejo de inyectar energía eléctrica a la carga y/o a la red de baja tensión desde el 9 de abril de 2015, se detectó y corrigió hasta el 14 de mayo de 2015, la **pérdida** en energía dejada de generar fue de **1,650 kWh** con un importe de **\$ 4,950.00** [15].

En la figura 1.2 se muestran los paneles fotovoltaicos con polvo provocado por el medio ambiente, la generación de energía eléctrica (kWh) puede **disminuir** hasta un **10 %**, dependiendo de las condiciones del área geográfica; en la figura 1.3 se muestra las mediciones realizadas como ejemplo de un SFV limpio Vs con polvo en donde se observa que se deja de producir el 9.2 % [2].

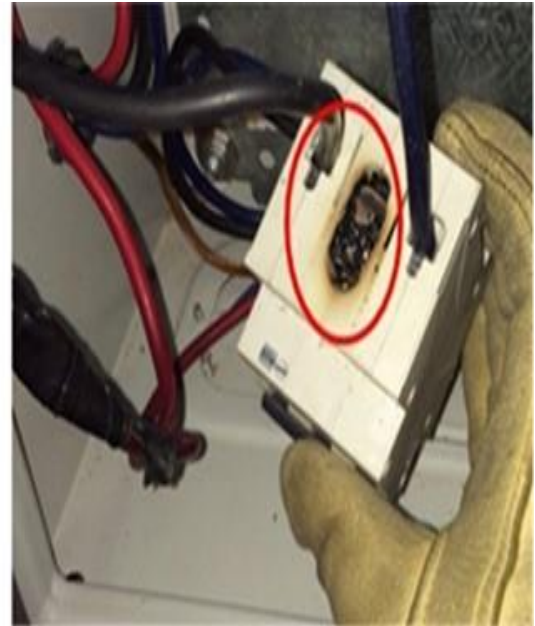


Figura 1.1 Falso contacto en las conexiones de Corriente Alterna.

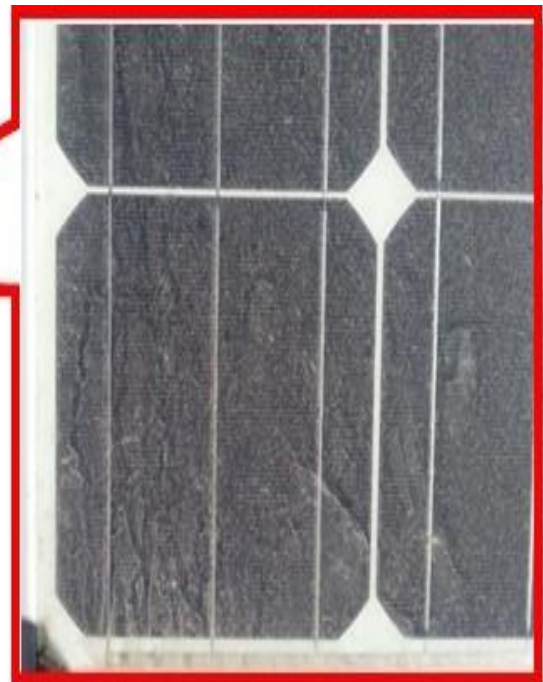


Figura 1.2 Paneles Fotovoltaicos con polvo.

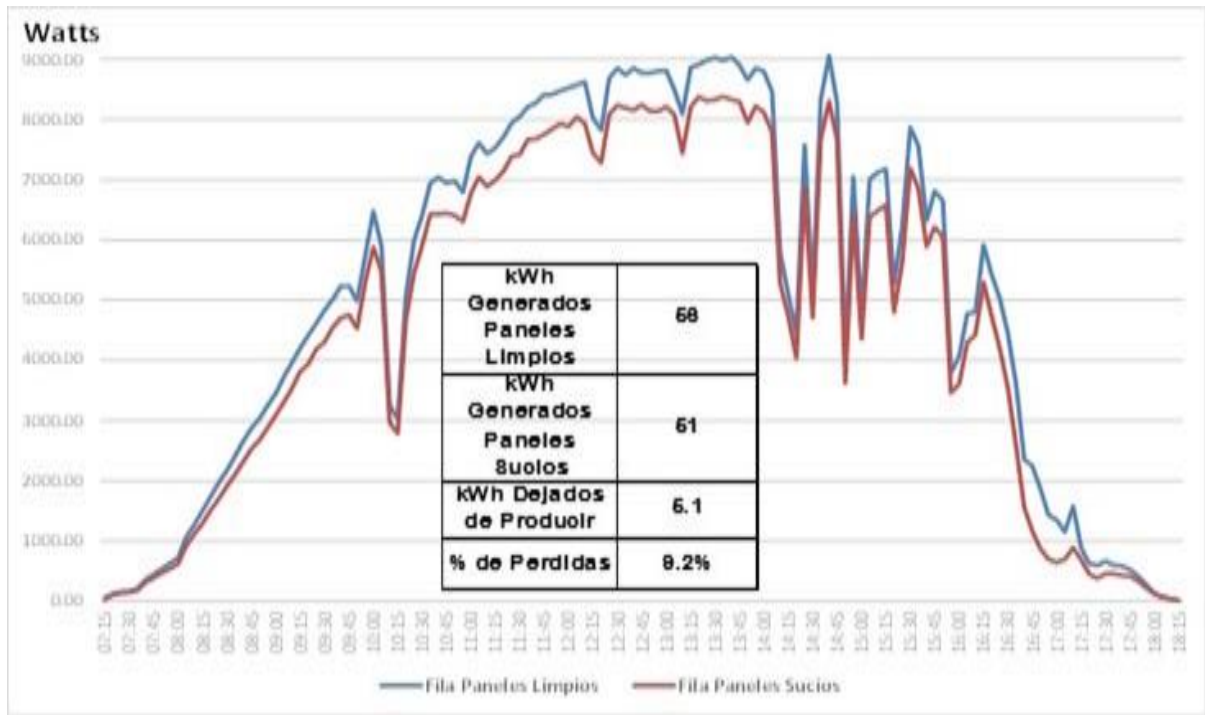


Figura 1.3 Comparativo de la generación de kWh de dos SFV, limpio Vs con polvo.

En la figura 1.4 se muestran los diodos dañados del sistema fotovoltaico de oficinas divisionales en donde hay instalados 33 kWp, en promedio se generan 165 kWh diarios, los diodos operaron en abril/2014 y la generación fue disminuyendo paulatinamente las **pérdidas** fueron del orden de **7,425 kWh** con un importe de **\$ 14,850.00**, ya que la falla se corrigió hasta finales de agosto/2014 [16].

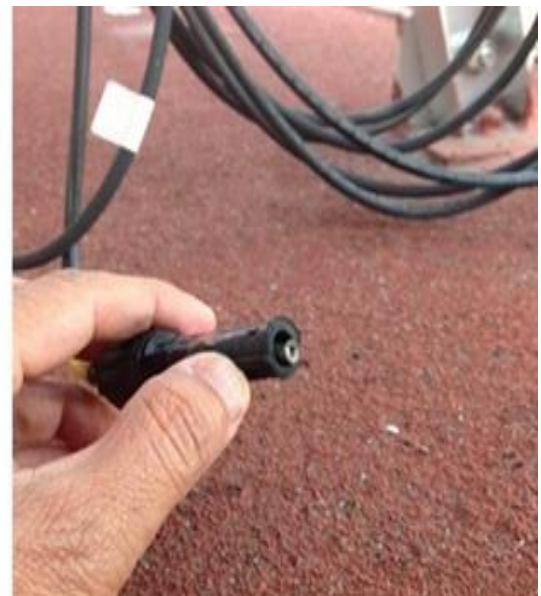


Figura 1.4 Diodos de protección dañados.

En la figura 1.5 se muestra la gráfica de generación de kWh, pertenece a un inmueble de la sucursal Angelópolis con 5 kWp instalados con una generación diaria en promedio de 25 kWh, un fin de semana por necesidad de la Zona hicieron mantenimiento a la instalación eléctrica y por seguridad desconectaron el inversor, al concluir los trabajos se les **olvido** restablecer el inversor y 7 días después de la corrección del “error humano” las **pérdidas** fueron de 175 kWh con un importe de \$ 438.00 [15].



Figura 1.5 generación de kWh del SFV Suc. Angelópolis enero 2014 [2].

En las figuras 1.6 y 1.7 se refiere la falta de operación del fusible de protección del inversor en el CAC Amozoc; el cual cuenta con 10 kWp; se realizó la interconexión el 16 de enero/2015 y por la falta de seguimiento el 16 de febrero/2015 se detectó que NO había generación de Energía Eléctrica, la **pérdida** fue de 1,550 kWh con un importe de \$ 4,650.00 [15].

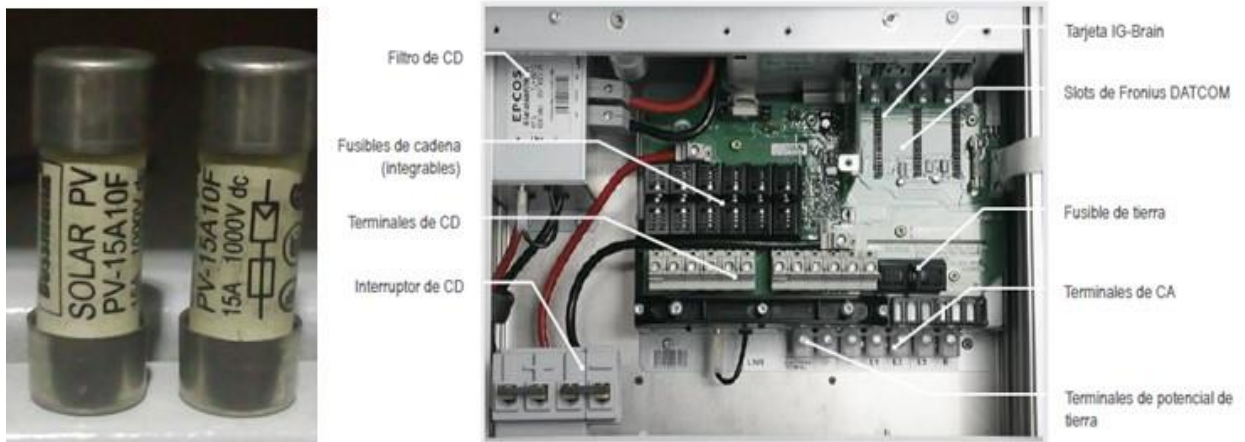


Figura 1.6 Fusible de CA dañado [2].

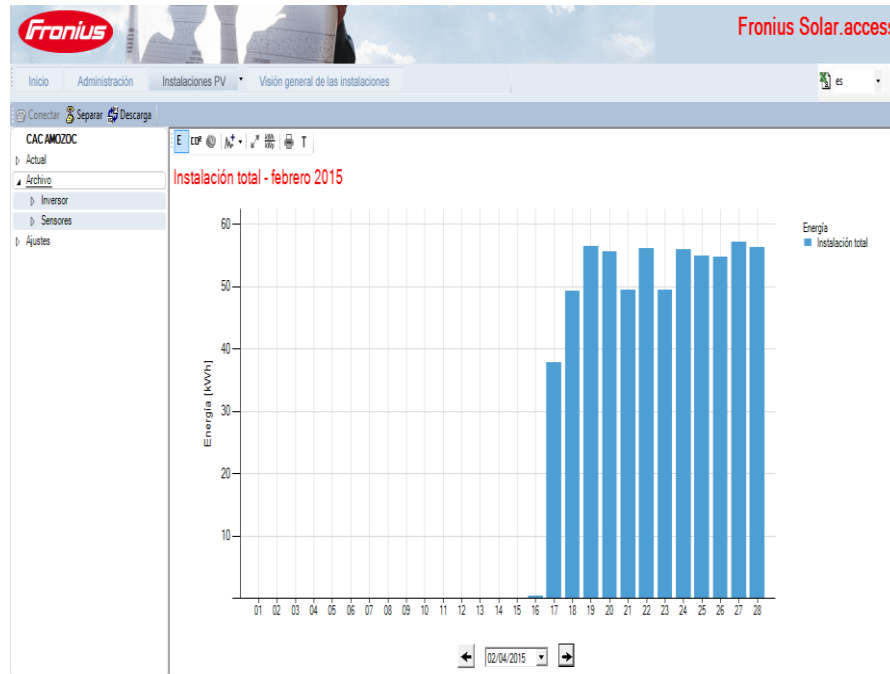


Figura 1.7 generación de kWh del SFV CAC Amozoc febrero 2015 [2].

1.3 Justificación

La falta de involucramiento por parte de las Zonas para dar seguimiento al monitoreo en la generación de energías renovables (kWh) por medio de los sistemas fotovoltaicos interconectado a la red y de las acciones manuales para obtener los reportes, muestran la necesidad de diseñar y crear un “traje a la medida”, el cual consiste en resolver los problemas ya mencionados a través de la automatización de los reportes. Cuando falla una conexión del circuito serie-paralelo del sistema fotovoltaico se ha detectado que se ha dejado de generar hasta un 30 % de energía eléctrica; de la misma manera, la falta de mantenimiento a los paneles fotovoltaicos (polvo del medio ambiente y/o ceniza del volcán Popocatépetl) disminuye hasta un 10 % la generación de kWh, tal y como se muestra en las figuras 1.2 y 1.3. Las fallas detectadas muestran la falta de coordinación entre departamentos cuando hay necesidad de hacer libranzas en los inmuebles para mantenimiento a las instalaciones y/o los equipos electrónicos, en estos casos ocurre que cuando el personal de mantenimiento desconecta el inversor de corriente directa a corriente alterna, al final de los trabajos se les olvida reconectar el sistema fotovoltaico, es común que sea hasta el fin de mes que se detecte que no hubo generación de energía por este error humano; todo lo anterior se traduce en energía no inyectada a la carga o la red de baja tensión, en promedio al año estas pérdidas de energía eléctrica son del orden de **41,550 kWh** con un importe de **\$ 83,100.00** [15]. El sistema automatizado que se pretende implantar debe resolver todas estas necesidades y reportar al final del día vía correo Lotus a los responsables de los inmuebles con copia al responsable divisional, lo siguiente:



- Producción de energía eléctrica por inmueble, por Zona y Divisional.
- Alarmas de los inversores, para corregirlos de inmediato.
- Lista de Inmuebles con producción de kWh menor al 30 % de la media divisional.
- Lista de Inmuebles con error en la comunicación.
- Envío de alertas a los responsables de los inmuebles de cada zona de aquellos servicios con áreas de oportunidad para la atención inmediata.

1.4 Objetivo de la Tesis

1.4.1 Objetivo general:

Automatizar el monitoreo de los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red de baja tensión de los inmuebles de usos propios de la División Centro Oriente con la opción de implementarlo a nivel nacional.

1.4.2 Objetivo Particular

Obtener el monitoreo automatizado y la capacidad de enviar de manera inmediata a través del correo electrónico institucional (Outlook), los reportes de fallas y alarmas de los inversores (Fronius); además, los reportes de generación de energía eléctrica al final del día por inmueble, utilizando los softwares institucionales.

1.5 Estructura de la Tesis

Esta propuesta de tesis está dividida en 6 capítulos donde se describe la investigación y el trabajo desarrollado adicionalmente se plantean las conclusiones y los trabajos futuros.

En el capítulo 1, se presentan las generalidades, descripción del problema, objetivo, justificación y la estructura de la tesis. Se muestra una breve reseña de la forma de dar solución al problema y hacia dónde va enfocado el trabajo y finalmente se describe la estructura de la tesis por capítulos.

En el capítulo 2, se hace una breve reseña del sol como fuente de energía inagotable; así como, la descripción de las características y los aspectos técnicos de los sistemas de generación fotovoltaica. Se describe las características que deben cumplir los paneles fotovoltaicos y los inversores de corriente, finalmente se enlistan los requerimientos técnicos necesarios que se deben considerar para realizar un proyecto fotovoltaico.

En el capítulo 3, se mencionan los aspectos legales para el aprovechamiento de Energías Renovables, las resoluciones de la Comisión Reguladora de Energía RES/003/2011 y RES/142/2017, el procedimiento para la atención de solicitudes de interconexión de centrales eléctricas y de generación distribuida en mediana y pequeña escala a la red del



servicio público de energía eléctrica. Se describen los principales componentes de un sistema fotovoltaico, el diagrama de flujo para el contrato de interconexión y la definición de la bolsa de energía.

Capítulo 4, se describe en forma detallada el proceso de licitación para la adquisición e instalación y puesta en servicio de los sistemas fotovoltaicos, en los inmuebles de la División Centro Oriente; en el micrositio (portal de CFE), se publican las características a cumplir: Especificaciones técnicas, accesorios para la instalación, procedimiento para la instalación, conexión y desconexión de los SFV, certificados y periodos de garantía.

Capítulo 5, en este apartado de la tesis se presenta la simulación de generación de kWh, la instalación de los componentes de los SFV, se detalla el procedimiento de verificación previo a la interconexión a la red eléctrica, procedimiento para configurar la tarjeta de comunicación del inversor, el procedimiento para verificar y asegurarse del correcto funcionamiento del SFV y el procedimiento para la configuración de la tarjeta de comunicación del inversor para el envío de datos que muestran los errores de los SFV.

Capítulo 6, se presenta el diagrama de operación, así como el software que se utilizó para la automatización del monitoreo de los SFV, el reporte diario de la generación de kWh, alarmas a través del correo electrónico y graficas de la generación de los 43 SFV de la DCO.

Finalmente, se presenta las conclusiones y las referencias consultadas.



Capítulo 2 Aspectos técnicos de los Sistemas de Generación Fotovoltaica

Este capítulo comienza con una breve reseña del sol como fuente de energía inagotable; así como, la descripción de las características y los aspectos técnicos de los sistemas de generación fotovoltaica. Se describen las características que deben cumplir los paneles fotovoltaicos y los inversores de corriente; finalmente, se enlistan los requerimientos técnicos necesarios que se deben considerar para realizar un proyecto fotovoltaico.

En el actual contexto energético y medio ambiental, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y sustancias contaminantes va más allá, incluso del protocolo de Kioto y se ha convertido en un objetivo de primer orden. La explotación de fuentes de energía alternativas y renovables usadas conjuntamente y la menor dependencia de los combustibles fósiles condenados a agotarse forman parte de la solución.

El Sol es sin duda una fuente de energía renovable con un enorme potencial y es viable utilizar con el máximo respeto al medio ambiente. Basta con pensar que a cada instante la superficie del hemisferio terrestre expuesto al Sol recibe una potencia de más de 50 000 TW, es decir, la cantidad de energía solar que llega a la corteza terrestre viene a ser 10 000 veces mayor que la energía utilizada en todo el mundo [1].

2.2 El Sol principal fuente de energía

En el núcleo del Sol se producen constantemente reacciones de fusión a temperaturas de millones de grados que liberan enormes cantidades de energía en forma de radiación electromagnética. Parte de esta energía llega a la capa exterior de la atmósfera terrestre con una irradiancia promedio (constante solar) alrededor de $1,367 \text{ W/m}^2 \pm 3\%$, un valor que varía en función de la distancia entre la Tierra y el Sol (figura 2.1). Debido a su órbita elíptica, la Tierra se encuentra a su distancia mínima respecto al sol, (perihelio) en diciembre y enero, y a su máxima distancia (afelio) en junio y julio y de la actividad solar (manchas solares).

La irradiancia solar es la intensidad de la radiación electromagnética solar incidente en una superficie de 1 metro cuadrado [kW/m^2].

Al atravesar la atmósfera, la intensidad de la radiación solar decae porque es parcialmente reflejada y absorbida (sobre todo por el vapor de agua y el resto de gases atmosféricos). La radiación que logra atravesarla queda parcialmente difusa por el aire y las partículas sólidas en él suspendidas (figura 2.2).

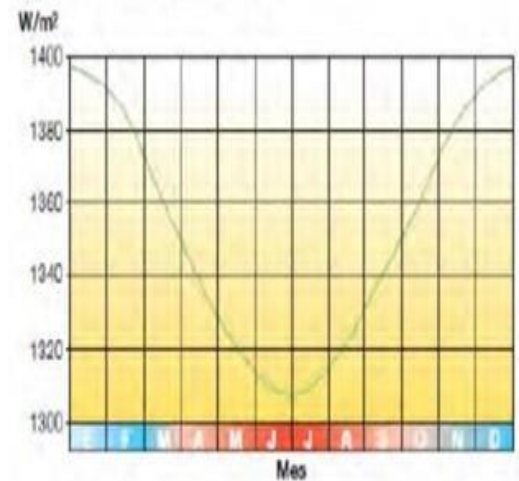
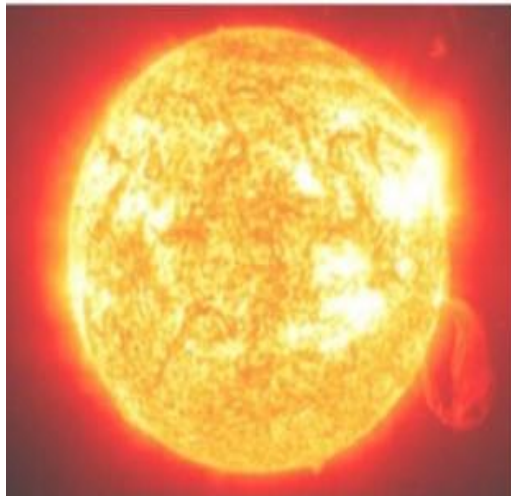


Figura 2.1 Radiación extra atmosférica [1].

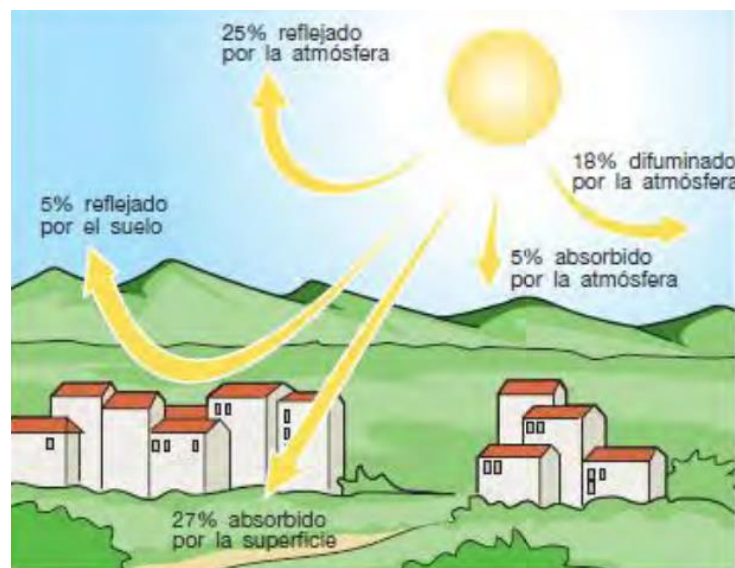


Figura 2.2 Flujo energético entre el sol, la atmósfera y el suelo.

Entre los diferentes sistemas que utilizan fuentes de energía renovables, los basados en tecnología fotovoltaica son muy prometedores gracias a sus cualidades intrínsecas: tienen unos costos de funcionamiento muy reducidos ("combustible" gratis) y necesidades de mantenimiento limitadas; son fiables, no producen ruido y son fáciles de instalar. Además, la energía fotovoltaica en algunas aplicaciones aisladas es definitivamente mejor que otras fuentes energéticas, sobre todo allí donde la instalación de líneas eléctricas tradicionales resulta difícil y costosa.

A nivel mundial, la energía fotovoltaica está aumentando enormemente gracias a la política de tarifas reguladas. Un mecanismo para financiar el sector FV es la subvención

por medio de incentivos concedidos por los gobiernos, a la generación de energía eléctrica producida por medio de SFV conectados a la red.

Una planta fotovoltaica (FV) transforma directa e instantáneamente la energía solar en energía eléctrica sin utilizar combustibles. De hecho, la tecnología fotovoltaica aprovecha del efecto fotoeléctrico, a través del cual algunos semiconductores "dopados" generan electricidad al ser expuestos a la radiación solar [1].

2.2.1 Atlas solar

La figura 2.3 muestra el atlas mundial de irradiancia solar promedio en un plano inclinado 30° hacia el sur (kWh/m²/día).

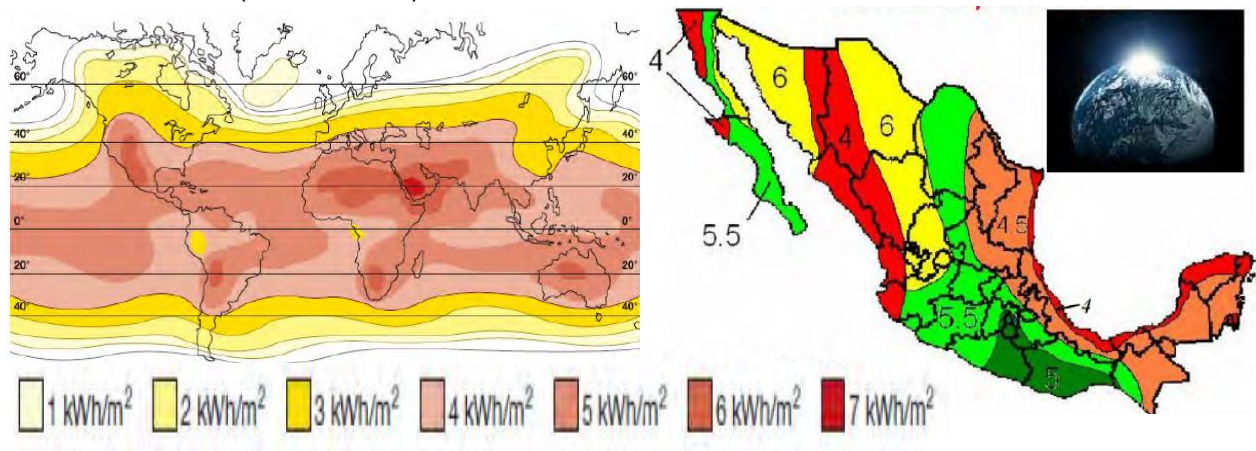


Figura 2.3 Mapa de la Irradiancia solar en México y el mundo [13].

La irradiancia anual promedio varía entre los 4 kWh/m² diarios de algunas zonas, a los 6 kWh/m² en el norte del país.

Por tanto, en las regiones favorables, es posible obtener alrededor de 1,700-1,800 kWh/m² al año [13].

2.3 Principales ventajas de las plantas FV

- Generación en sitio donde sea necesario.
- No se emiten materiales contaminantes (durante su operación).
- Ahorro de combustibles fósiles.
- Fiabilidad de las plantas, ya que carecen de partes móviles (la vida útil suele ser superior a 20 años).
- Costos de operación y mantenimiento reducidos.
- Modularidad del sistema (para aumentar la potencia de la planta basta con aumentar el número de paneles) conforme a la demanda real de los usuarios.



2.3.1 Las principales desventajas de una planta FV.

- Para instalaciones de sistemas aislados o no interconectados a CFE, se necesitan sistemas de baterías que aumentan el costo del sistema.
- Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada, en el caso de grandes instalaciones.
- Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los modelos solares en el entorno.
- La disponibilidad de energía es variable y depende de las condiciones atmosféricas.
- Los paneles fotovoltaicos disminuyen su eficiencia cuando aumenta la temperatura.

2.3.2 La electricidad anual generada por una planta FV depende de distintos factores

- Radiación solar incidente en el lugar de instalación.
- Inclinación y orientación de los paneles.
- Presencia o no de sombras.
- Rendimientos técnicos de los componentes de la planta (principalmente módulos e inversores).

2.3.3 Aplicaciones principales de las plantas FV

- Instalaciones (con baterías) para usuarios aislados de la red.
- Instalaciones para usuarios conectados a la red de BT.
- Plantas de energía solar fotovoltaica, conectadas a la red de MT.

Una planta FV está compuesta esencialmente por un generador (paneles FV), su bastidor de soporte, un inversor, un edificio o la estructura de un edificio y un sistema de control y acondicionamiento energético resguardado por gabinetes eléctricos que alojan los equipos de protección y maniobra, así como, por los cables de conexión y por un posible sistema de almacenamiento de la energía.

2.4 Componentes principales de una planta fotovoltaica

2.4.1 Generador fotovoltaico

El componente elemental de un generador FV es la célula fotovoltaica, donde se lleva a cabo la conversión de la radiación solar a corriente eléctrica. La célula está compuesta

por una delgada capa de material semiconductor, normalmente silicio tratado, con un grosor de alrededor de 0,3 mm y una superficie de 100 a 225 cm².

El silicio, con cuatro electrones de valencia (tetravalente), se "impurifica" con átomos trivalentes (p. ej. boro – dopaje Positivo) en una capa y cierto número de átomos pentavalentes (p. ej. fósforo – dopaje Negativo) en la otra. La región tipo P tiene exceso de huecos, mientras que la de tipo N tiene exceso de electrones (figura 2.4) [1].

El efecto fotovoltaico tiene lugar cuando un electrón de la banda de valencia de un material (normalmente un semiconductor) es liberado a la banda de conducción al absorber un fotón con la suficiente energía (radiación electromagnética) que incide en el material.

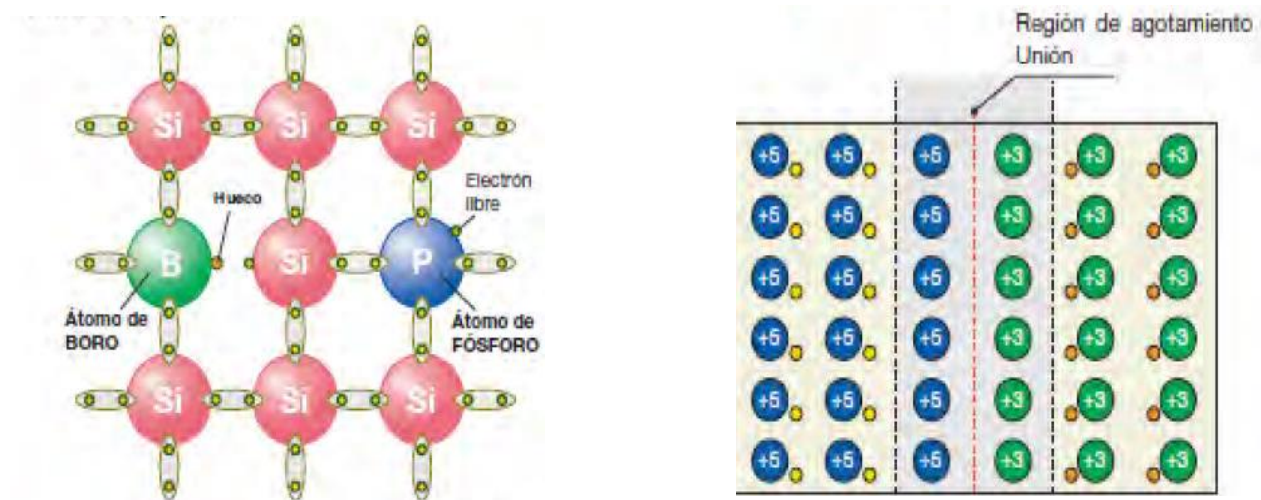


Figura 2.4 Silicio dopado [17].

De hecho, tanto en los materiales semiconductores como en los aislantes los electrones no pueden moverse libremente. Sin embargo, al comparar los materiales semiconductores con los aislantes la banda prohibida de energía entre la banda de valencia y la de conducción (característica de los materiales conductores) es pequeña, de manera que los electrones pueden alcanzar la banda de conducción fácilmente cuando captan energía del exterior. Esta energía puede ser suministrada por la radiación luminosa, de ahí el efecto fotovoltaico [1].

Por ello es importante que la célula FV posea una gran superficie: a mayor superficie, mayor es la intensidad generada.

La figura 2.5 representa el efecto fotovoltaico y el balance energético que muestra el porcentaje considerable de energía solar incidente no convertida a energía eléctrica.

2.4.2 100% de la energía solar incidente

- 3% pérdidas por reflexión y sombreado sobre los contactos frontales.
- 23% fotones con longitudes de onda larga, con una energía insuficiente para liberar electrones; se genera calor.
- 32% fotones con longitud de onda corta, con exceso de energía (transmisión).

- 8,5% recombinación de portadores de carga libres.
- 20% gradiente eléctrico en la célula, sobre todo en las regiones de transición.
- 0,5% resistencia en serie que representa las pérdidas por conducción.
- = **13% energía eléctrica utilizable.**

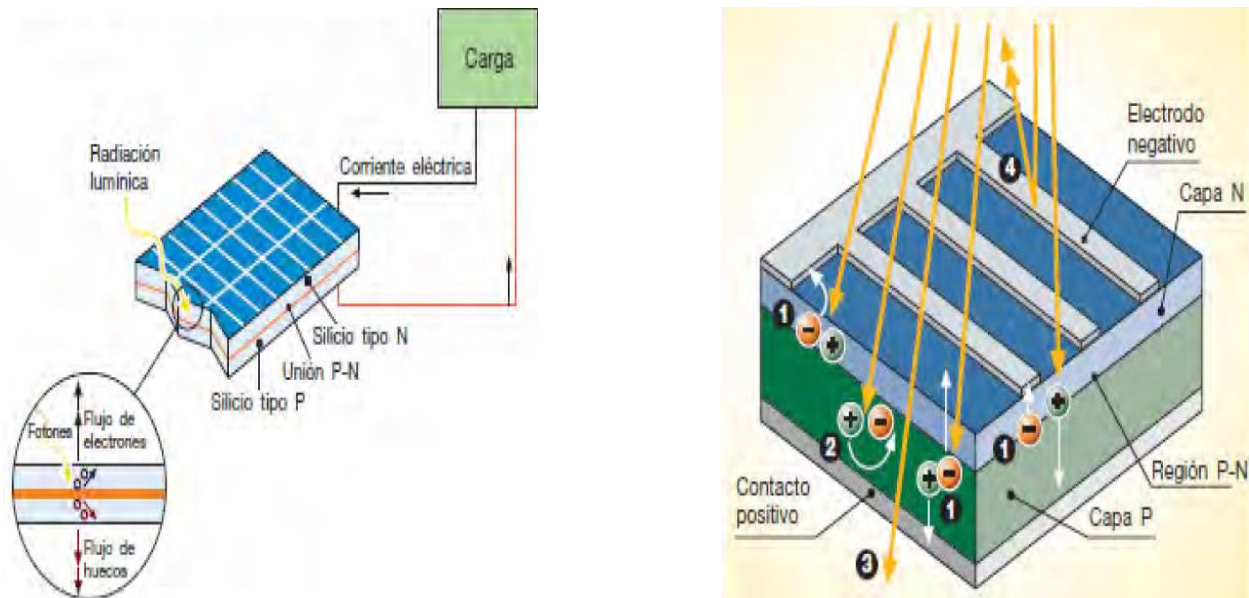


Figura 2.5 Funcionamiento de una célula fotovoltaica [18].

En las condiciones de funcionamiento estándar (irradiancia de 1 kW/m^2 a una temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$) una célula FV con un grosor de alrededor de $0,3\text{ mm}$ y una superficie de 100 a 225 cm^2 genera una intensidad de 3 A con una tensión de $0,5\text{ V}$ y una potencia pico de $1,5$ a $1,7\text{ Wp}$.

2.4.3 Tipos de Modulo Solar Fotovoltaico

En la figura 2.6 se muestran los tipos de modulo solar fotovoltaico Mono cristalino, Capa delgada y Policristalino, las potencias más comunes son: 50 W , 85 W , 110 W , 130 W , 170 W , 210 W , 220 W , 260 W , 310 W , 330 W y 500 W .

En el mercado se comercializan módulos fotovoltaicos compuestos por un conjunto de células. Los más habituales contienen 36 células en 4 hileras paralelas conectadas en serie, con un área comprendida entre $0,5$ y 1 m^2 . Varios módulos conectados mecánica y eléctricamente componen un panel, entendido como una estructura común que puede fijarse al suelo o a un edificio. Varios paneles conectados eléctricamente en serie componen una cadena, y varias cadenas conectadas en paralelo para generar la potencia necesaria constituyen el generador o huerto fotovoltaico (figura 2.7).

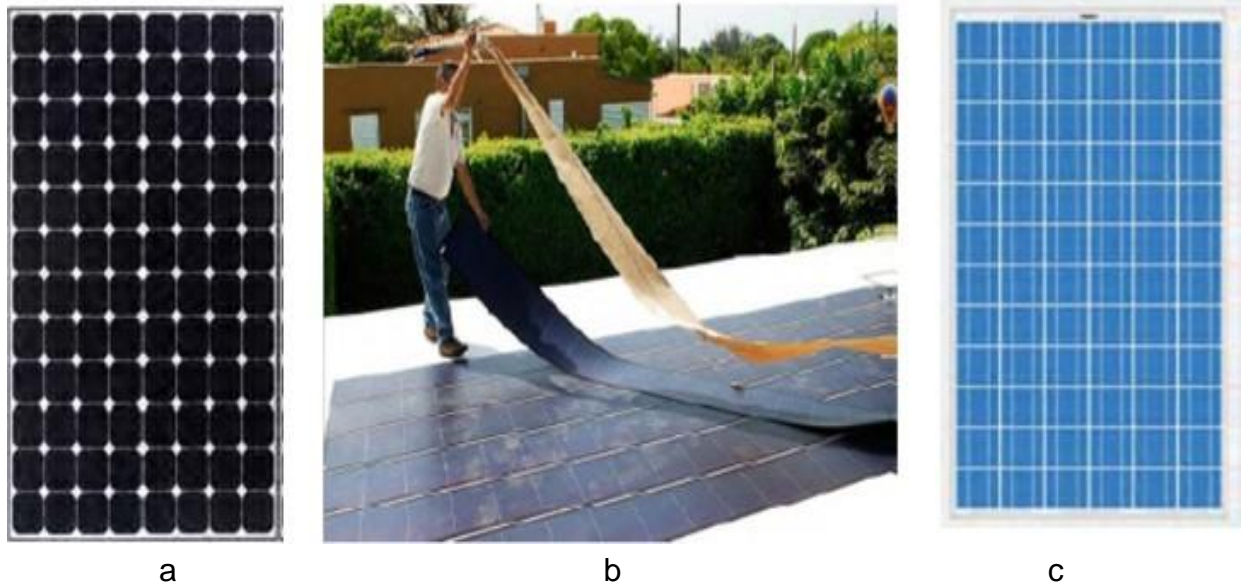


Figura 2.6 Tipos de Módulos Solares Fotovoltaico: a) Mono cristalino, b) Capa Delgada y c) Policristalino.

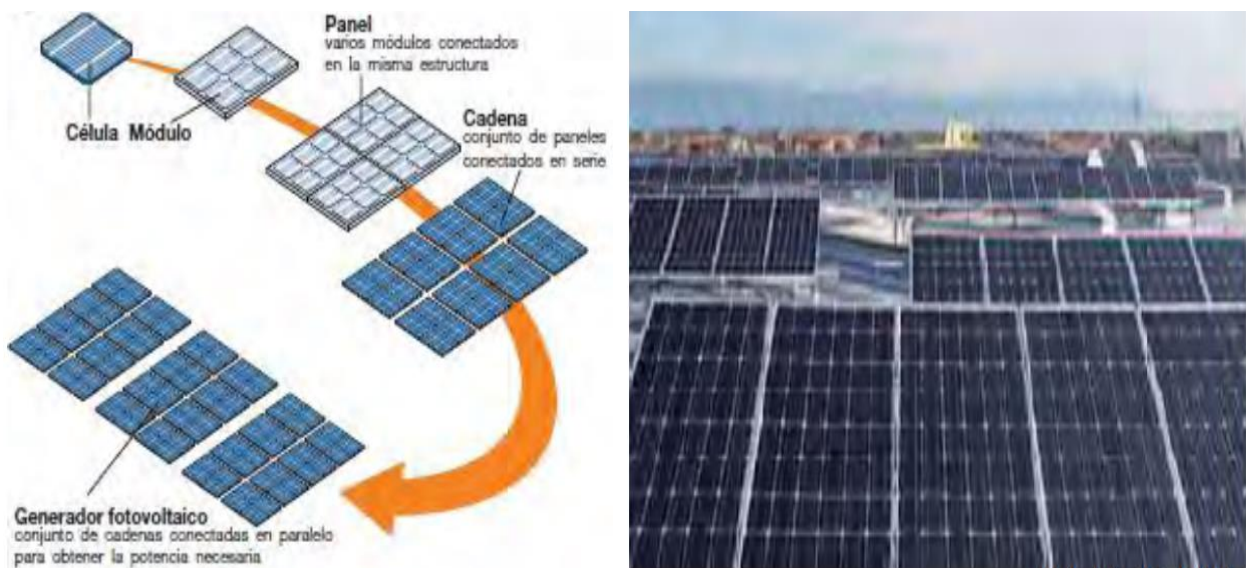


Figura 2.7 Arreglo de paneles fotovoltaicos [19].

Los módulos están equipados con diodos de bypass que cortocircuitan las zonas sombreadas o dañadas del módulo. El fenómeno del desequilibrio también ocurre entre los paneles del campo fotovoltaico a causa de la desigualdad de los módulos, las diferencias en las irradiancias de los paneles, las zonas de sombra y los defectos en algún panel. Para impedir el flujo de corriente inversa entre los paneles insertar diodos [1].

2.5 Información técnica del sistema fotovoltaico

2.5.1 Degradación de un panel fotovoltaico.

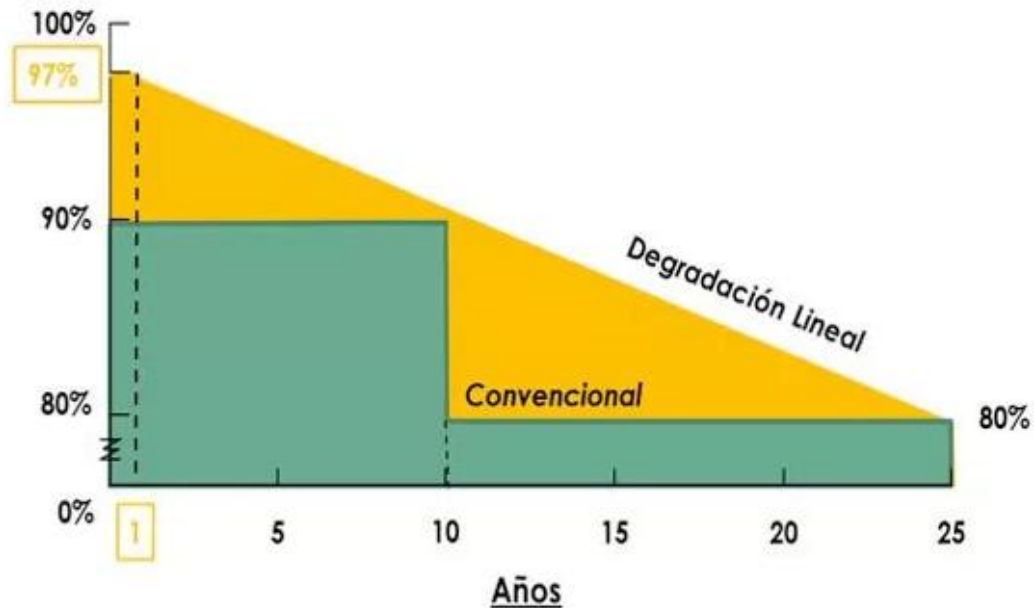


Figura 2.8 Desgaste o envejecimiento del panel fotovoltaico [20].

Un panel de calidad debe garantizar que su producción no debe decaer más del 20% en 25 años, (figura 2.8).

2.5.2 Parámetros eléctricos de un panel fotovoltaico.

En la figura 2.9 se muestra las características eléctricas que tiene un panel fotovoltaico, es muy importante se consideren dichos datos para el diseño un sistema fotovoltaico.



Figura 2.9 Parámetros eléctricos de un PV.

2.5.3 Curvas típicas de los paneles fotovoltaicos

En la figura 2.10 se muestra las curvas características de corriente y voltaje de un panel fotovoltaico, a) las potencias a 25 °C a diferentes radiaciones, en donde se observa que a 32 V a 8.5 A y con una radiación de 1000 W/m² tenemos el “punto de rodilla” Máxima Transferencia de Potencia, b) se muestra cómo se comporta la corriente y el voltaje respecto a la variación de la temperatura.

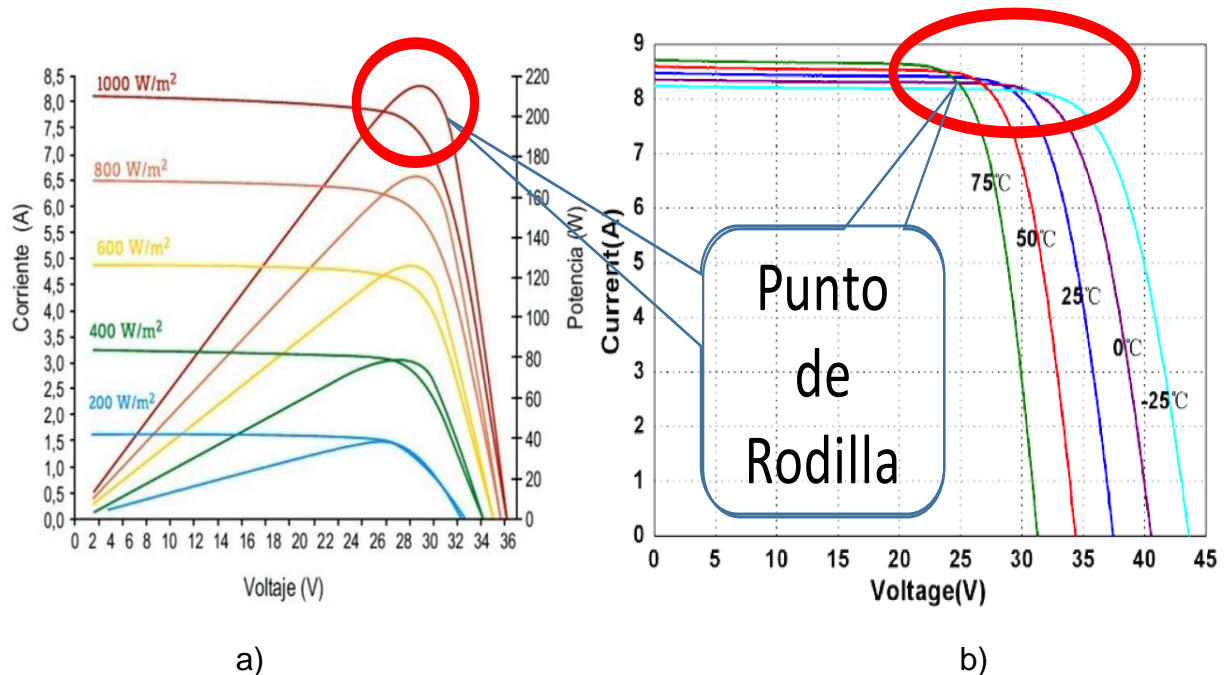


Figura 2.10 Características Corriente y Voltaje Vs a) Potencia Máxima a 25 °C y diferentes radiaciones, b) diferentes Temperaturas de célula a 1,000 W/m².

2.5.4 Datos técnicos importantes

Otro de los elementos importantes a considerar es la calidad del vidrio que protege las celdas fotovoltaicas el cual debe garantizar que durara 25 años como mínimo y este elemento también es hecho de silicio y su transferencia de luz o fotones define la calidad de este, el panel deberá soportar condiciones de intemperie y regularmente es sometido a diversas pruebas entre otras debe aguantar agua a presión.

Las certificaciones a las que son sometidos definen el grado, significando que el grado «A» paso todas las pruebas, el grado «B» contiene algún defecto o detalle en su fabricación y también se encuentran en el mercado "clones" o productos de segunda que han sido retirados en otras latitudes.



2.5.4.1 Ficha técnica del panel fotovoltaico

Cada celda puede producir +/- 0.5 Volts (un panel contiene 34-60-72 celdas), para un panel de 225 Watts este puede estar con una tensión de 27.2 Volts y 7.55 Amp, $P = V * I$, $205 W = 27.2 V * 7.55 A$.

2.6 Inversor de corriente directa a corriente alterna interconectado a la red de baja tensión.

La energía solar se convierte por medio del panel FV en energía eléctrica y se suministra a la red pública en corriente alterna. El corazón de cualquier sistema fotovoltaico lo componen inversores eficientes, confiables y potentes. Para desarrollar la tecnología de los inversores fotovoltaicos, Fronius (IG Plus V, Anexo F) ha estudiado a fondo y buscado soluciones innovadoras, con lo que ha descubierto respuestas completamente nuevas. El resultado: Inversores fotovoltaicos conectados a la red, altamente funcionales, que trabajan a la perfección con todos los módulos solares [2].

Un inversor es un dispositivo electrónico que convierte corriente continua, en corriente alterna. El microprocesador realiza los cálculos para “dibujar” una onda senoidal perfecta. Luego elevan la tensión desde 12 V (o 24 V o 48 V) hasta 311 V pk. Luego tomando de referencia la senoidal se realizan “inversiones” de signo para lograr la corriente alterna.

2.6.1 Partes que integran un inversor de corriente directa a corriente alterna

- Una placa de control con microprocesador.
- Un software de control.
- Una placa de potencia.
- Sensores (corriente, tensión y temperatura).
- Un transformador de salida.
- Filtros de salida y entrada.
- Relés de alta potencia (en los inversores/cargador).
- Borneras de conexión AC (alternating current) y DC (Direct Current).

2.6.2 Tipo de onda (cuadrada / senoidal modificada / senoidal pura)

Cuando la tecnología no estaba lo suficientemente desarrollada se sustituía la onda senoidal de 60 Hz por 60 inversiones (cambios de signo de la corriente continua) por segundo. Esto daba una solución parcial ya que muchos equipos eléctricos no funcionan o se queman cuando se los conecta a un inversor de onda cuadrada. Luego aparecieron los inversores con onda senoidal modificada los cuales permitían utilizar más artefactos

esenciales como un motor que con la onda cuadrada calentaban mucho y se dañaban al poco tiempo.

Finalmente, se desarrollaron entonces los equipos capaces de calcular una onda senoidal pura y tomarla de referencia para lograr mediante 20,000 inversiones por segundo, una onda senoidal perfecta de 220 V (o 110 V) [3].

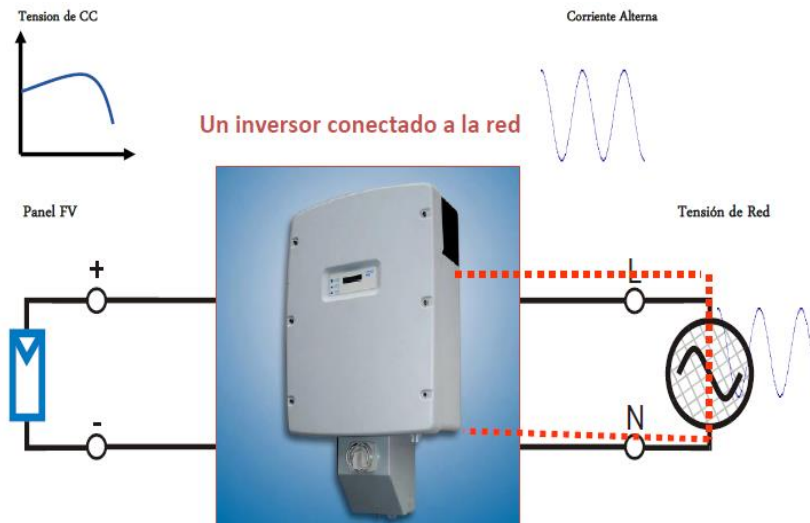


Figura 2.11 funcionamiento de un inversor de corriente directa a corriente alterna [3].

2.6.3 Capacidad de inyección a red (on grid / off grid)

Los usuarios que son capaces de aprovechar la energía (solar, eólica, etc.) pueden “vender” energía eléctrica cuando producen más de lo que consumen y comprar a la red cuando no generan lo suficiente.

Para que esta compensación sea posible la corriente alterna del inversor tiene que estar perfectamente sincronizada con la corriente de la red.

En la figura 2.12 se muestra un inversor con capacidad de inyección no calculan la onda senoidal, sino que se acoplan a la de la red [3].

2.6.4 Respuesta de un inversor a la interrupción del servicio eléctrico

Los inversores de corriente directa a corriente alternan deben funcionar bajo la Norma IEEE 929 requerida por UL 1741, cuando hay ausencia de potencial el inversor debe desconectarse de la red en 160 milisegundos, lo cual se muestra en la figura 2.13.

2.6.5 Diferentes Voltajes Eléctricos de Salida de un Inversor

- Monofásico 120 V
- Bifásico 240 VAC, 208 V
- Trifásico 480 VAC, 277 V

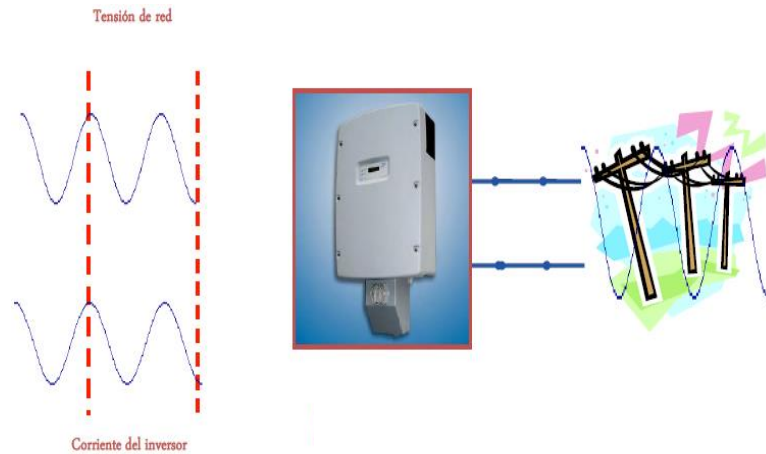


Figura 2.12 Inversor interconectado a la red de baja tensión.

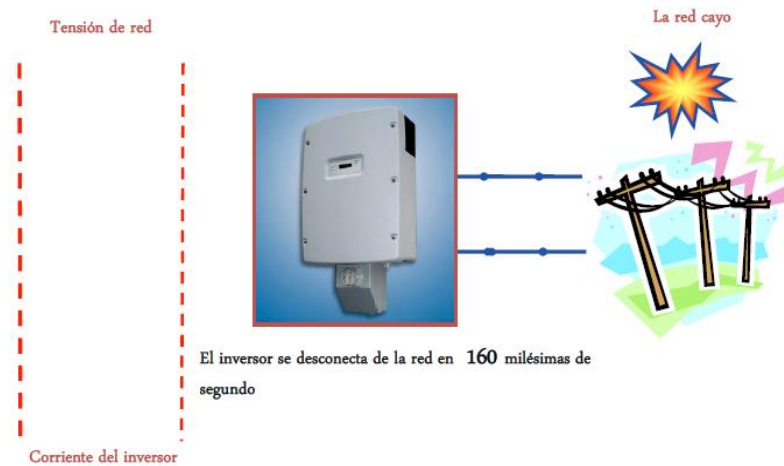


Figura 2.13 Respuesta del inversor a la interrupción del servicio eléctrico.

2.7 Requerimientos técnicos necesarios a considerar para realizar una propuesta de proyecto fotovoltaico

2.7.1 La factibilidad de cada solución propuesta será calificada contra estos objetivos:

- Sostenible para sitios remotos.
- Uso de energías renovables en sitios remotos debido a la disponibilidad de los recursos energéticos locales.
- Potencia firme y constante.
- El menor costo de la energía.
- Alto grado de responsabilidad.
- Operación y Mantenimiento.
- Aceptación local.

- Seguridad.
- Vida útil de servicio.
- Flexibilidad y Facilidad de Expansión de la Capacidad.
- Funcionalidad ante Severas Condiciones Ambientales.
- Reproducibilidad.

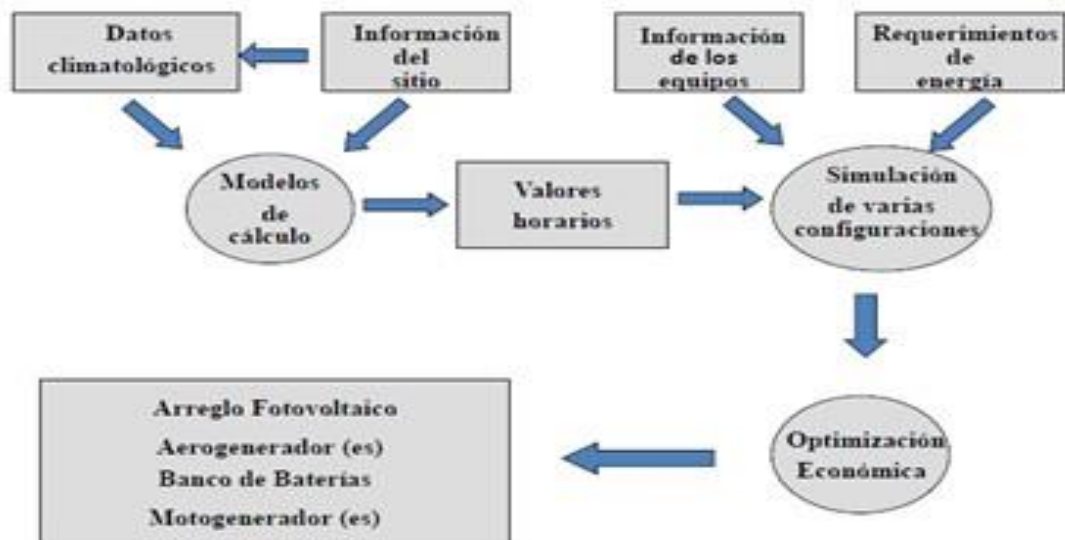


Figura 2.14 Modelo para la implementación de un SFV.

2.7.2 Recurso climatológico del lugar

La información climatológica por colectarse será radiación solar, velocidad y dirección de vientos, temperaturas, humedad; y se hará por medio de piranómetros, anemómetros, termómetros de máximas y mínimas, psicrómetros (respectivamente), (figura 2.15).

2.7.3 Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico interconectado a la red (SFVIR)

Paso 1: Cálculo de la energía consumida.

Es la suma de la energía consumida a lo largo de un día por cada una de las cargas conectadas al sistema o en su caso verificar el historial del consumo eléctrico de la casa habitación.

Paso 2: Calcular la capacidad y características del sistema fotovoltaico

- Potencia nominal (meta) del SFVI.
- Características eléctricas de los módulos FV a utilizar.
- Características eléctricas a la entrada del inversor.



Figura 2.15 Recopilación de radiación solar, velocidad y dirección de vientos, temperaturas, humedad.

Paso 3: Seleccionar la capacidad y características del inversor

- Capacidad nominal \geq 80% de la capacidad del arreglo o subarreglo FV.
- Características eléctricas a la salida del subarreglo o arreglo FV.
- Características eléctricas del sistema de distribución (red).

Paso 4: Capacidad y características del transformador de aislamiento

- Capacidad nominal \geq que la capacidad nominal del inversor.
- Características eléctricas a la salida del inversor (voltaje, número de fases, tipo de conexión).
- Características eléctricas del sistema de distribución (voltaje, número de fases).

Paso 5: Selección de elementos de conexión-desconexión

- Capacidad nominal (placa) igual o mayor que el 125% de la corriente máx. en el circuito.
- Voltaje nominal en CD o CA \geq al del circuito correspondiente.
- Facilitar el seccionamiento eléctrico de los principales componentes del sistema para labores de mantenimiento y/o desconexión del sistema de la red (ramas, subarreglos o arreglo FV, inversor, red eléctrica, etc.).

Paso 6: Protecciones eléctricas (adicionales a las incluidas en el inversor)

- Varistores
- Fusibles
- Diodos de bloqueo
- Sistema de tierra



- Medición de energía y otros.

2.7.4 Especificaciones eléctricas principales del SFVIR

a) Magnitud del voltaje y corrientes en el circuito

- Corriente máx. de rama = ISC del módulo FV.
- Corriente máx. del subarreglo = ISC del módulo x número de ramas.
- Corriente máx. del Arreglo = Corriente máx. del subarreglo x número de subarreglos.
- Voltaje de circuito abierto del arreglo FV = VOC x número de módulos de cada rama.

b) Cálculo de conductores (por temperatura):

- Conductor cuya capacidad de conducción de corriente (70°) sea igual o mayor que: 1.25 por la corriente máx. en el circuito. (#14 AWG mín.)

c) Cálculo de conductores en CD (por caída de voltaje): < 1%

- Caída de voltaje (%) = $[4 \times I \text{ (Amp)} \times \text{Dist. (m)}] / [\text{Voltaje} \times \text{Área del conductor en mm}^2]$

d) Conductor de tierra \geq Conductor de mayor calibre en el circuito

e) Cálculo de interruptores, fusibles y otros.

- Interruptor cuya capacidad nominal (placa) sea igual o mayor que 1.25 de la corriente máx. en el circuito.
- Fusibles serie (rama) = 15 amperes.
- Varistores: 600 V, 10 kA
- Diodos de bloqueo:
Corriente > 1.5 x ISC del módulo FV.
Voltaje > VOC x número de módulos de cada rama [1].



Capítulo 3 Aspectos Legales en la Contratación de Sistemas de Generación por fuentes Renovables.

En este capítulo se mencionan los aspectos legales para el aprovechamiento de Energías Renovables, las resoluciones de la Comisión Reguladora de Energía RES/003/2011 y RES/142/2017, el procedimiento para la atención de solicitudes de interconexión de centrales eléctricas y de generación distribuida en mediana y pequeña escala a la red del servicio público de energía eléctrica, se describen los principales componentes de un sistema fotovoltaico, el diagrama de flujo para el contrato de interconexión y la definición de la bolsa de energía. En materia de sustentabilidad ambiental, en cumplimiento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética y la Ley General de Cambio Climático, se prevé que la generación de electricidad a través de energías no fósiles alcance el 35% del total para 2024. Este reto implica revisar y adecuar el orden jurídico vigente de tal forma que sea posible dotar de mayor certidumbre a la inversión privada en sus actividades complementarias a la prestación del servicio público de energía eléctrica, promoviendo la eficiencia y modernización del sector RES/003/2011, [7].

3.1 Resolución de la CRE, RES/003/2011.

La Comisión Reguladora de Energía expide la metodología para el cálculo de la eficiencia de los sistemas de cogeneración de energía eléctrica y los criterios para determinar la "cogeneración eficiente".

3.2 Resultado de la Resolución.

3.2.1 Primero

El plan de desarrollo 2007-2012 determina como parte de sus estrategias en materia de energía:

- Promover uso eficiente y adopción de tecnología limpias para generar energía eléctrica.
- Fomentar el aprovechamiento de fuentes de energía renovable y biocombustible.
- Intensificar los programas de ahorro de energía incluyendo el aprovechamiento de las capacidades de generación.



- A través de un marco jurídico que promueva las inversiones que impulsen el potencial que tiene el país.

3.2.2 Segundo

El programa sectorial de energía establece, dentro de sus estrategias,

- fomentar la generación de energía eléctrica eficiente a través de las figuras de Autoabastecimiento y Cogeneración;
- integrar propuesta de política pública que impulsen el aprovechamiento del potencial de cogeneración eficiente,
- promover un conjunto de disposiciones que permitan a esta CRE ampliar y reforzar sus atribuciones en materia de regulación y fomento de la cogeneración eficiente.

3.2.3 Tercero

El Programa Nacional de Infraestructura establece como meta que el Sistema Eléctrico Nacional deberá contar con una capacidad adicional instalada de 2,876 MW en proyectos de autoabastecimiento y cogeneración, lo que implica que el impulso a las inversiones respectivas deberá seguir reforzando su papel complementario para contribuir a la satisfacción de la creciente demanda eléctrica de México.

3.2.4 Cuarto.

El Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012 plantea entre sus objetivos el fomento a la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y con la cogeneración eficiente, como herramientas para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, para lo cual es necesario avanzar en la consolidación de marcos regulatorios adecuados.

3.2.5 Quinto

La Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía tiene como objetivo primordial promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables y la eficiencia energética a través de, entre otras acciones, la diversificación de fuentes primarias de energía incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable, así como la difusión de medidas para la eficiencia energética.



3.2.6 Sexto

El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables señala como línea de acción, en materia de infraestructura, estudiar la posible aplicación de instrumentos regulatorios para el impulso de la cogeneración eficiente, tomando en cuenta las características propias de este tipo de proyectos, [8].

La Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) otorga diversas atribuciones a la Secretaría de Energía (SENER) y a esta Comisión con el objeto de regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica. Que el artículo 7, fracción I, de la LAERFTE establece que la Comisión tiene la atribución de expedir, entre otras disposiciones administrativas, las metodologías que regulen la generación de electricidad a partir de energías renovables.

Que el artículo 20 de la LAERFTE señala que las atribuciones de esta Comisión, establecidas en el artículo 7 del mismo ordenamiento, se aplicarán a los sistemas de cogeneración, aunque no utilicen energías renovables, siempre y cuando dichos sistemas cumplan con el criterio de eficiencia que establezca esta Comisión [7].

3.3 Resolución de la CRE, RES/142/2017, Plataforma Informática en Materia de Generación Distribuida.

RESOLUCIÓN de la Comisión Reguladora de Energía por la que expide las disposiciones administrativas de carácter general, los modelos de contrato, la metodología de cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida y generación limpia distribuida.

En el Capítulo III de esta resolución, refiere a la Interconexión de Centrales Eléctricas de Generación Distribuida:

3.1 Solicitudes de interconexión

Desarrollar una plataforma informática a través de internet que permita el completo manejo del proceso de interconexión, es decir, la elaboración, recepción, seguimiento, atención y emisión de aprobación de las solicitudes de interconexión. Lo anterior a fin de que se garantice un trato eficaz, uniforme y no indebidamente discriminatorio a todos los solicitantes de interconexión de acuerdo con el proceso y los tiempos definidos en el manual de interconexión.

La plataforma informática deberá permitir ser consultada para conocer las estadísticas de la integración de la Generación Distribuida a las Redes Generales de Distribución, incluyendo capacidad de los circuitos de distribución y la capacidad de generación interconectada a dichos circuitos, con el objeto de mostrar la capacidad disponible. Una vez disponible la plataforma informática, deberá ser actualizada cuando menos cada 3 meses [10].

Tabla 3.1 Se muestra los tipos de contratos de Interconexión.

CONCEPTO	PARA FUENTE DE ENERGÍA NO RENOVABLE	CENTRALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ENERGÍA RENOVABLE O COGENERACIÓN EFICIENTE	PARA FUENTE DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	PARA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACIÓN EN MEDIANA ESCALA	PARA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACIÓN EN PEQUEÑA ESCALA
RESOLUCIÓN DE LA CRE	RES-028-2008	RES-007-2010	RES-065-2010	RES-054-2010	RES-054-2010
TENSIÓN DE SUMINISTRO	MAYORES A 1 kV y HASTA 400 kV	MAYORES A 1 kV y HASTA 400 kV	MAYORES A 1 kV y HASTA 400 kV	MAYORES A 1 kV y MENORES A 69 kV	MENORES DE 1 kV
CAPACIDAD DE LA CENTRAL GENERADORA	CUALQUIERA	MAYOR A 500 kW	MAYOR A 30 MW	HASTA 500 kW	SERV. USO RESIDENCIAL HASTA 10 kW. SERV. USO GRAL. HASTA 30 kW.
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN	SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN	SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN	ZONA DE DISTRIBUCIÓN	ZONA DE DISTRIBUCIÓN
OFICIO RESOLUTIVO	DIVISIONES DE DISTRIBUCIÓN Y/O CPTT	DIVISIONES DE DISTRIBUCIÓN Y/O CPTT	DIVISIONES DE DISTRIBUCIÓN Y/O CPTT	ZONA DE DISTRIBUCIÓN	ZONA DE DISTRIBUCIÓN
PERMISO DE LA CRE	REQUISITO	REQUISITO	REQUISITO	NO APLICA (*)	NO APLICA (*)
SOLICITUD CONTRATO DE INTERCONEXIÓN Y CONVENIOS ASOCIADOS	SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN	SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN	SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN	ZONA DE DISTRIBUCIÓN	ZONA DE DISTRIBUCIÓN
SERVICIOS DE TRANSMISIÓN	SOLICITAR CONVENIO DE TRANSMISIÓN	SOLICITAR CONVENIO DE TRANSMISIÓN	SOLICITAR CONVENIO DE TRANSMISIÓN	NO APLICA	NO APLICA
VENTA DE ENERGÍA SOBRANTE	SOLICITAR CONTRATO DE COMPRAVENTA DE EXCEDENTES DE ENERGÍA	MANEJA LA BOLSA DE ENERGÍA (VENTA O COMPENSACIÓN)	MANEJA LA BOLSA DE ENERGÍA (VENTA O COMPENSACIÓN)	MANEJA LA BOLSA DE ENERGÍA (COMPENSACIÓN)	MANEJA LA BOLSA DE ENERGÍA (COMPENSACIÓN)
SERVICIO DE RESPALDO POR FALLA O POR MITTO.	SOLICITAR CONTRATO DE RESPALDO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
COORDINACIÓN PARA LA INTERCONEXIÓN DEL PROYECTO	ÁREAS DE CONTROL DEL CENACE	ÁREAS DE CONTROL DEL CENACE	ÁREAS DE CONTROL DEL CENACE	ZONA DE DISTRIBUCIÓN	ZONA DE DISTRIBUCIÓN

3.4 Procedimiento para la atención de solicitudes sin opinión técnica.

En la figura 3.1 se describe el proceso para la atención de una solicitud de interconexión para fuente de energía renovable o sistema de cogeneración en pequeña escala y mediana escala [5].

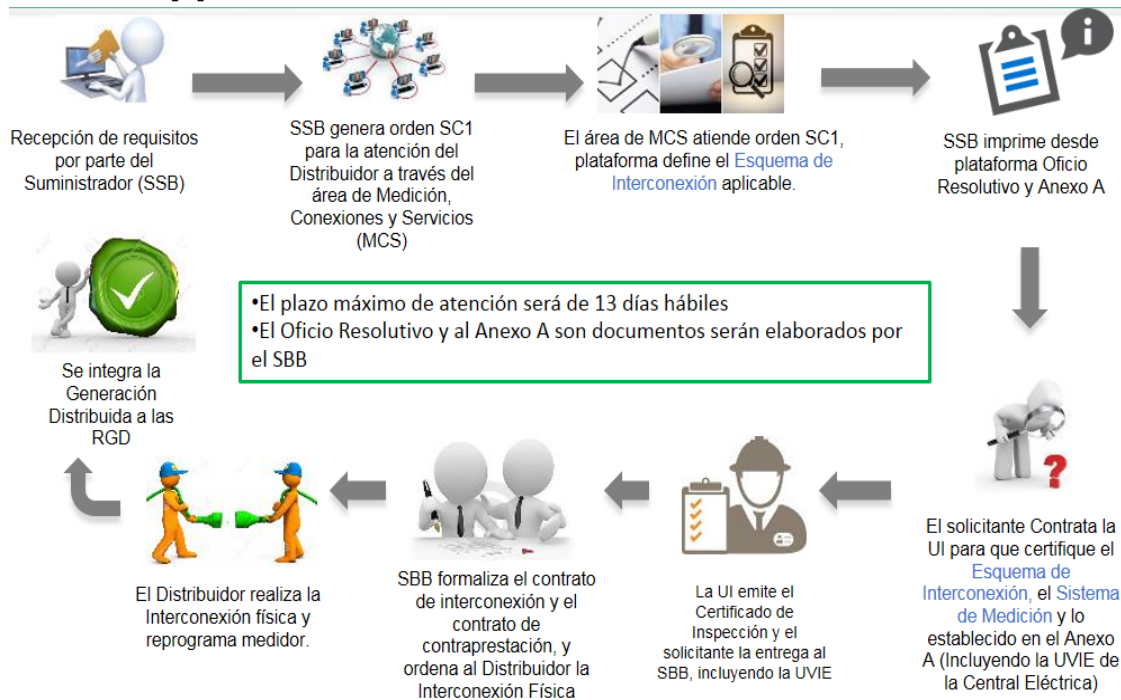


Figura 3.1 Procedimiento para la contratación de un SFV en Pequeña y/o Mediana Escala.

3.5 Características Principales para la contratación.

El contrato de interconexión tendrá vigencia indefinida y debe mantener un contrato de Energía Eléctrica.

Se establece que el Generador pondrá a disposición de CFE, energía producida por la fuente de energía renovable y éste se compromete a recibirla, aplicable a:

- Baja Tensión Domésticas hasta 10 kW.
- De Uso General hasta 30 kW.
- Media Tensión Hasta 500 kW.

Para ambos casos solo aplica autoabastecimiento; no es posible portear energía.

3.6 Componentes principales de un Sistema Fotovoltaico

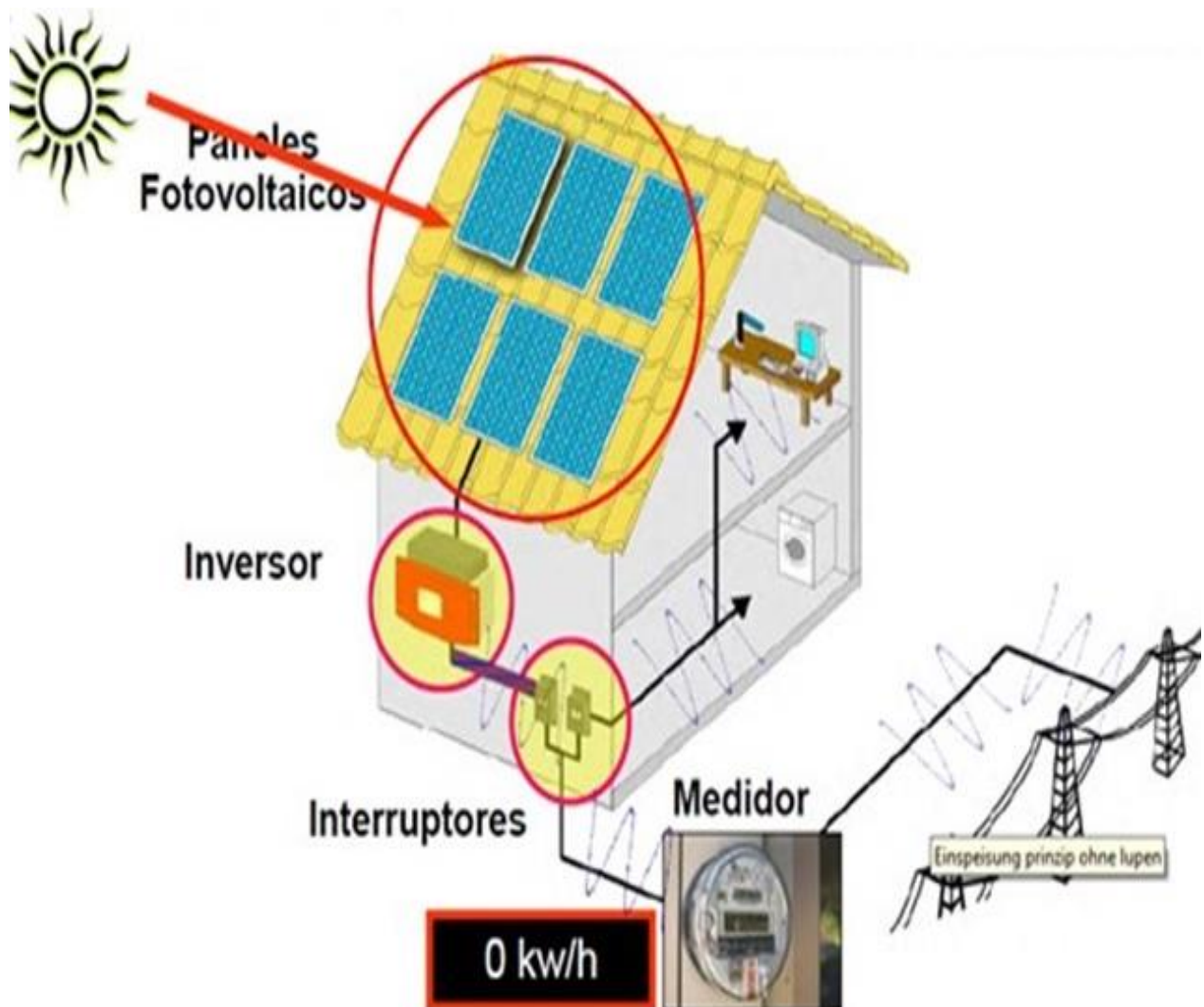


Figura 3.2 Componentes principales de un SFV [1].



3.7 Requisitos para el contrato de Interconexión y Proceso de Facturación.

3.7.1 Solicitud

- El cliente deberá entregar la solicitud a CFE (At'n Clientes EPSSB) (FORMATO1)
- Convenio completamente llenado
- Croquis de ubicación geográfica
- Copia del manual del fabricante.
- Copia del manual del inversor.
- Diagrama unifilar del arreglo de conexiones.
- IFE.
- Recibo de contrato de E.E.
- Carta poder si existe la figura del representante legal.

3.7.2 Energía Facturada.

Será igual a la diferencia entre la energía entregada y la recibida.

- CveMed 1 Consumida de la red de CFE.
- CveMed 2 Generada por el Cliente.

3.7.3 Bolsa de energía

Cuando la energía recibida sea mayor a la entregada, generará un crédito (kWh) para próximas facturaciones (bolsa), si ésta no se utiliza en un término de 12 meses, ésta se perderá.



Capítulo 4 Proceso de licitación para los SFV en Inmuebles de CFE de la DCO

En este capítulo describimos en forma detallada el proceso de licitación para la adquisición, instalación y puesta en servicio de los sistemas fotovoltaicos en los inmuebles de la División Centro Oriente, en el micrositio (portal de CFE) se publica las características a cumplir: Especificaciones técnicas, accesorios para la instalación, procedimiento para la instalación, conexión y desconexión de los SFV, certificados y periodos de garantía. En un inicio se realizó para 13 inmuebles en el ámbito de los estados de Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, con una potencia nominal mínima de 10 kW pico para cada uno.

4.1 Especificaciones técnicas que debe cumplir un Sistema Fotovoltaico (partida única).

El sistema fotovoltaico deberá tener capacidad mínima de 10 kW nominales y generar 10,000 Wh de energía en una hora promedio, compuesto por módulos de silicio mono cristalino de alta eficiencia, de potencia de 265 w cada uno, con eficiencia del módulo mayor o igual del 15.81 %, tolerancia de potencia positiva (mayor o igual de + 4.99 W) y negativa (0 W), cumplir con las condiciones estándar de prueba (SCT) de irradiancia solar de 1,000 W/m², distribución espectral am 1.5 y temperatura de célula de 25°C, temperatura nominal de operación de célula (NOCT) mayor o igual a 45°C, soporte de carga estática mayor o igual de 2,400 Pa, con resistencia a impactos mayores o iguales a 25 mm a 23 m/s, con protección UV. Así mismo deberá de cumplir con las certificaciones UL 1703 ó IEC 61730, y con la IEC 61215, con hoja de prueba curva I-V, determinada en condiciones estándar, para mayor referencia ver el anexo E.

Construido con cubierta de cristal endurecido o cristal templado, resistente a golpes, abrasión y ralladuras con materiales resistentes a la corrosión, exposición solar, lluvia, caja de conexión a prueba de agua diseñada para intemperie, puntos para conexión de puesta a tierra de todos los componentes del sistema.

El fabricante deberá otorgar una garantía escrita que ampare material y manufactura de los módulos por 10 años, y garantía escrita de su potencia de salida de los módulos a un 90 % mínimo por 10 años y un 80 % mínimo, por 25 años.

El licitante a su vez debe manifestar por escrito una vida útil de los componentes:

- Módulo solar (paneles): 10 años
- Inversor: 10 años.



4.2 Accesorios para la instalación de un SFV.

Todo el sistema fotovoltaico deberá contar con puntos para conexión de puesta a tierra, para instalar conductor de cobre o aluminio de calibre y especificaciones adecuadas.

Dentro de la propuesta considerar el suministro, traslado, instalación y puesta en servicio del sistema para su entrega en las condiciones descritas, en los 13 inmuebles respectivos (se adjunta relación de direcciones); todos los componentes del sistema y sus accesorios para montaje, cables y accesorios para instalación que incluye: arneses, cables para interconexión de paneles, cables para interconexión de inversor y con pantalla, accesorios para montaje de medios para interrupción y protección del sistema y para el personal, y todo lo necesario para la colocación, y conexión del módulo fotovoltaico con el inversor a un mínimo de 30 m entre ellos, deberán cumplir con lo establecido en la especificación de CFE "CFE-G0100-04 interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW" [10].

El inversor o inversores de corriente de CD. a CA deberá ser trifásico, de capacidad suficiente para operar mínimo 10 kW, de fabricación especial para américa latina, con una salida de 220 V, con tolerancia de Voltaje +10% V-10% V, para uso en instalación solar en exteriores (tipo intemperie), con transformador de alta frecuencia, apropiado para operar módulos de silicio mono cristalinos de alta eficiencia, con resistencia a los rayos UV, con protección anticorrosiva, módulo de adaptación de mpp de salida con eficiencia mayor o igual a 99.5%, distorsión armónica menor al 3%, 60hz, factor de potencia de 100 %, protección IP mayor o igual a 54, eficiencia de salida mayor o igual a 96 %, que cumpla con las normas internacionales UL 1741 standard for inverters, converters, controllers and interconnection system equipment for use with distributed energy resources, o IEEE 1547 y NEC standard for interconnecting distributed resources with electric power systems para mayor referencia ver el anexo F.

Que incluya software de gestión con capacidad de monitorear, grabar, archivar, analizar y visualizar en tiempo real con datos, diagramas y gráficas la operación del sistema solar. Que incluya el equipo de supervisión y monitoreo de operación del sistema en sitio y vía web. Dentro del "equipo de supervisión y monitoreo de operación del sistema fotovoltaico", debe incluirse:

- Tarjetas de red y de interfaz entre el inversor y PC con conexión WEB (data logger WEB).
- Cables de conexión eléctrica y comunicación entre: inversor - tarjeta de interfaz - PC -pantalla.
- Sensores de temperatura, velocidad del viento e irradiación, compatibles con el sistema fotovoltaico.
- Garantía mínima de 10 años.

Se aclara que para esta adquisición no se requiere equipo de cómputo (PC), ni pantalla, incluye herrajes, tornillería, conductos, interruptores, protecciones eléctricas, y todo lo



necesario para la interconexión del inversor con el sistema de módulos solares y con el medidor de potencia de la CFE.

Los módulos deberán tener un punto de conexión para interconexión con los otros módulos y/o puesta a tierra del sistema fotovoltaico.

Deberán suministrarse los conectores (MC4) para realizar las conexiones entre las partes del sistema fotovoltaico, la conexión de puesta a tierra, el cableado de comunicación, el cableado de alimentación y de salida del sistema, así mismo deberá de entregarse un instructivo de uso del equipo.

Deberá incluir la garantía de acuerdo con lo siguiente:

El plazo de entrega del 100 % a 90 días naturales, incluye el suministro, instalación del bien, y puesta en servicio del sistema fotovoltaico que incluye lo siguiente:

Suministro y montaje de estructura de los paneles con el arreglo adecuado para proporcionar los kW en cada inmueble (se adjunta relación), soporte fabricado en PTR de aluminio de 4" x 4 "x 3.18 mm, sujetado a una base de acero de 25 cm, con anclaje modelo HILTI de taquetes tipo perno de expansión a la losa de concreto considerando un límite de espesor de 6 cm. Los paneles Fotovoltaicos se sujetarán al riel de soporte de 2 ½ " x 2 ½ " a lo largo del arreglo fotovoltaico por medio de pinzas o abrazaderas metálicas, los rieles soporten se montarán sobre ángulo de aluminio de 4" x 4 ". Toda la tornillería será de grado 2 galvanizada para los soportes de aluminio y de acero inoxidable para el anclaje para evitar corrosión. La estructura está diseñada para soportar los vientos de 120 km/h. Los módulos deben estar alineados y nivelados de acuerdo con las características de la azotea de los inmuebles, la orientación y ángulo de los paneles fotovoltaicos debe ser la más apropiada de acuerdo con la latitud y longitud de donde se encuentra el Inmueble, lo anterior para tener la mayor producción de kWh anuales. El estudio y simulación debe entregarla el licitante y ganador a los 30 días del fallo.

4.3 Instalación y conexión de los paneles fotovoltaicos.

Instalación y conexión del inversor o inversores, incluye cableado de los paneles fotovoltaicos entre sí, el calibre del conductor para corriente directa y alterna debe ser el adecuado a la capacidad de generación del Proyecto, además de ser alojado en tubería de los módulos hacia los inversores, así como de los inversores al centro de distribución definido en sitio. Incluye tubo conduit metálico pared gruesa del diámetro adecuado, pruebas de desempeño, sincronización con la red eléctrica, montaje de sensores y configuración de sistemas de gestión y monitoreo a PC, así como la configuración al inversor de intranet de CFE. Incluye también una capacitación básica de 8 horas en fecha y lugar definidos posteriormente por CFE, para configuración y operación del Inversor, equipos de monitoreo y del sistema foto voltaico. Desmontaje de equipos de aire acondicionado, dicitario y reubicación de estos de acuerdo con recomendaciones del personal de CFE (Visita en SITIO), para utilizar el área central de la Azotea del edificio.



4.3.1 Normas que debe cumplir el licitante:

Todos los equipos, componentes y accesorios diversos utilizados para la instalación deben ser nuevos y con la calidad de fabricación mínima especificada, en caso de tratarse de materiales y equipos importados deberán ser entregados libres de cualquier arancel que se requiera. Durante la ejecución de la instalación, el licitante no tendrá permitido cambiar cualquier material que se haya incluido en su oferta sin la autorización por escrito de CFE.

El bien solicitado debe apegarse a los materiales en características y calidad para cumplir con los requisitos técnicos establecidos en las especificaciones presentes. Durante la instalación, la seguridad e higiene de la obra estará a cargo del licitante y deberá cumplir con las normas oficiales Mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social sobre Seguridad e Higiene. Será responsabilidad del licitante de cualquier persona que participe en la instalación de los equipos y de igual manera los desperfectos, daños robos, agresiones, etc. que provoquen estas personas. Realizar una visita preliminar a los sitios donde se desarrollarán los trabajos, para verificar todos los detalles técnicos requeridos. Incluir en su oferta materiales, mano de obra herramienta y todo lo necesario para la correcta instalación, pruebas de funcionamiento, puesta en operación y monitoreo del sistema.

4.3.2 Sistema Fotovoltaico

Los paneles fotovoltaicos, inversores y accesorios para la conexión del sistema fotovoltaico deberá conectarse al punto definido por el personal de CFE en el edificio correspondiente de acuerdo con la relación adjunta, cumpliendo con la normatividad aplicable especificación G0100-04 (interconexión a la Red eléctrica de baja tensión de sistema fotovoltaico con capacidad de hasta 30 kW) y lo establecido en la NOM-001 SEDE 2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización) [11].

4.3.3 Certificados, permisos y licencias.

La instalación eléctrica del sistema Fotovoltaico deberá al menos cumplir con los requerimientos del artículo 690.- Sistemas Solares Fotovoltaicos de la NOM-001-SEDE 2012 Instalaciones eléctricas (utilización) y demás relacionadas con la misma norma, y la normatividad aplicable especificación G0100-04 Interconexión a la red de baja Tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW [12].

4.3.4 Responsabilidad del licitante

El licitante deberá entregar, instalar, probar y poner en marcha el sistema fotovoltaico, en el punto indicado del edificio de acuerdo con la relación de inmuebles. Las unidades de



medida y símbolos que se utilicen en los diagramas e instructivos deberán ser conforme al Sistema Internacional (SI).

4.3.5 Recepción de los SFV

El licitante deberá entregar dos ejemplares del manual de operación del sistema Fotovoltaico que incluya al menos: Memoria técnica del sistema Fotovoltaico instalado, diagrama unifilar y diagrama detallado de conexiones eléctricas (diagrama de alambrado) del sistema fotovoltaico, cálculo de corto circuito y cálculo de protecciones de instalación eléctrica del Edificio, considerando las dos fuentes de alimentación eléctricas simultáneas (Suministrador CFE y Sistema Fotovoltaico). Los diagramas del sistema fotovoltaico deberá entregarlos en formato electrónico AutoCAD e impreso. Plano de trayectorias de conductores hacia el punto de conexión (formato electrónico AutoCAD e impreso), manual de operación del sistema fotovoltaico, inversores, sistema de monitoreo vía Web y de los equipos de protección (material de Capacitación básica indicado anteriormente). También deberá informar la descripción del sistema de impermeabilización utilizado para reparar la losa posterior al montaje de la estructura.

4.3.6 Periodos de garantía de la obra Electromecánica, materiales y Equipo.

Los periodos de garantía mínimos que deberán cubrir los diferentes equipos y componentes que integran la estructura, así como la mano de obra en la instalación del sistema fotovoltaico deben ser los siguientes:

Estructura de montaje dos años contra defectos de fabricación, corrosión o deformación de la estructura. Materiales y componentes suministrados por el proveedor para la instalación y conexión para el sistema fotovoltaico dos años contra defectos de fabricación. Materiales para impermeabilización dos años contra defectos de instalación inadecuada y de fabricación del material impermeabilizante.

4.3.7 Requerimientos adicionales en los SFV.

Los módulos y la propia estructura NO deberán arrojar sombra sobre los mismos paneles fotovoltaicos. Las estructuras de montaje deberán considerar espacio suficiente para mantenimiento y limpieza de los paneles fotovoltaicos y sus conexiones. El licitante debe ofrecer el análisis estructural completo del diseño de estructura ofertado. Por diseño, soportara dilataciones térmicas sin afectar la integridad de los paneles fotovoltaicos, en concordancia con las especificaciones del fabricante. Número suficiente de puntos de soporte y sujeción, tal que no se produzcan flexiones en los módulos, que sobre pasen lo especificado por el fabricante. Capacidad para resistir, con los módulos instalados las sobrecargas del viento y cualquier otro evento meteorológico, resistencia al viento mínima de 120 km/h. El cableado para realizar la conexión entre el panel fotovoltaico (Circuito de



fuentes fotovoltaicas) y la unidad de acondicionamiento de potencia (inversor de corriente) deberá de cumplir con lo indicado en la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización) y con los siguientes requisitos: los conductores deberán tener el diámetro adecuado para que no haya caídas de voltaje y calentamientos. La caída de tensión en los cables para corriente continua debe ser menor a 1.5 %. Considerar la longitud exacta de los conductores. (Se debe considerar una sola línea desde el módulo fotovoltaico hasta el equipo inversor sin empalmes). Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se consideran separados y protegidos, en cada polo (positivo y negativo) de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012 (Artículo 690.- Sistemas Fotovoltaicos).

El cableado entre circuitos de fuente fotovoltaica e inversores de corriente deberá estar contenido dentro de una ductería o canalización tipo conduit metálica sujeta firmemente a la losa, especificada para uso en exteriores, procurando con esto que este fuera del alcance de las personas para evitar cualquier contacto físico. Se deberá incluir toda la longitud del cable en corriente directa y deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas. Las especificaciones eléctricas del cableado, voltaje de operación nominal en C.C. 900 V C.C., conductor de cobre, con doble aislamiento, libres de halógeno y retardador de fuego, con alta resistencia a los rayos UV y efectos causados por el Ozono, así como resistencia a ambientes abrasivos. Su diseño es para uso en exteriores. La temperatura de operación debe cumplir al menos con un rango de -40 °C a 100 °C [12].

4.3.8 Conexión a la red eléctrica del sistema Fotovoltaico

Cumplir con la normatividad aplicable especificación G0100-04 Interconexión a la red eléctrica de Baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW y lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (utilización). El cable que conectará de los inversores al punto de interconexión con CFE debe ser del calibre adecuado a la corriente que generarán los paneles Fotovoltaicos, 3 hilos de corriente, 1 Hilo neutro y un Hilo para el sistema de tierras, cumpliendo con la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización).

Puesta a tierra del sistema fotovoltaico, debe cumplir con las especificaciones en la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (artículo 690-E Puesta a tierra) dicho sistema deberá consistir en una malla con varillas Copperweld de 3/8" x 3m. Utilizando soldadura auto fundente, con un valor de 10 Ω en época de estiaje y 5 Ω en época de lluvia. La tierra física debe ser conductor independiente del conductor neutro de la empresa distribuidora. Todos los componentes de la instalación fotovoltaica de corriente directa, así como de corriente alterna, estarán conectados al mismo valor de tierra (Ejemplo nodos equipotenciales).



Tabla 4.1 Resultados de la Licitación Pública Internacional de Sistema Solar Fotovoltaico.

LICITACION PUBLICA INTERNACIONAL LA-018TOQ040-T30-2014											
REQUISICIÓN No.500504434 (050)				BIEN Y/O SERVICIO: <u>SISTEMA SOLAR</u>							
DESTINO: <u>EN EL AMBITO DE LA DIVISION CENTRO ORIENTE</u>				FECHA DE ELABORACION: <u>27 DE MAYO DE 2014</u>							
Partida	Descripcion del Bien y/o Servicio	Cantidad	Unidad	APFELBAUM INDUSTRIAL INC.	DESMEX, S.A. DE C.V.	ELE ELECTRIC INSTALACIONES, S.A. DE C.V.	ENERGIA Y TECNOLOGIA ALTERNATIVA, S.A. DE C.V.	FOBOX TECNOLOGIA SUSTENTABLE, S.A. DE C.V.	GREENERGY ENERGIA NO CONVENCIONAL S. DE R.L. DE C.V.	INGENIERIA ELECTRICA ALTERNATIVA SUSTENTABLE, S.A. DE C.V.	JACOB AND JACOB, S.A. DE C.V.
				Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica
				(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple
1	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	13	PZAS	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
Observaciones: (Indicar que licitantes cumplen técnicamente, cuales no y sus causas)											
				SI CUMPLE	La eficiencia mínima requerida del Modulo Fotovoltaico de 15.81 % NO lo indica la ficha tecnica de su propuesta (Pagina 36 y 37 de 123). La estructura NO cumple se Solicita para Base PTR de Aluminio de 4"x4" x 3.18 mm, Angulo de Aluminio de 4" x 4" para Soportar el Riel de 2 1/2 " x 2 1/2 " para Sujetar los Paneles, estan ofreciendo Material de 1.97 " y 1.57 " Respectivamente (Pagina 60 de 123).	NO menciona la Marca, Pais de Origen, Tolerancia de Potencia, Temperatura Nominal de Operación de celula (NOCT), no adjunta NORMAS, NO adjunta la Ficha Tecnica del Panel Fotovoltaico. La estructura NO cumple se Solicita para Base PTR de Aluminio de 4"x4" x 3.18 mm, Angulo de Aluminio de 4" x 4" para Soportar el Riel de 2 1/2 " x 2 1/2 " para Sujetar los Paneles Fotovoltaicos, estan ofreciendo Angulo de Aluminio de	NO cumple con la Garantia del Fabricante de Potencia de salida a 80% a 25 Años SOLO OFRECEN 20 AÑOS (FICHA TECNICA PAGINA 2 DE 2).	SI CUMPLE	NO cumple con la Garantia del Fabricante en la Potencia de salida al 80% a 25 Años SOLO OFRECEN 20 AÑOS, (Pagina 21 de 73). El Inversor NO cumple con la Garantia del Fabricante se requiere 10 Años solo ofrecen 5 Años (Pag. 18 de 73)	SI CUMPLE	SI CUMPLE
Partida	Descripcion del Bien y/o Servicio	Cantidad	Unidad	MAYOREO ILUMINACION LDLED, S.A. DE C.V.	PECOM, S.A. DE C.V.	PROVEEDORA ELECTRICA FGA, S.A. DE C.V.	PROYECTOS URBANOS DEL NORESTE, S.A. DE C.V.	QUIMICOS DOSIFICACION Y CONTROL, S.A. DE C.V.	RESPALDO RENOVABLE, S.A. DE C.V.	SCE TECHNOLOGIES, S.A. DE C.V.	SISTEMAS DE ECOLOGIA SOLAR, S.A. DE C.V.
				Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica	Propuesta Técnica
				(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple	(No) (Si) Cumple
1	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	13	PZAS	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE
Observaciones: (Indicar que licitantes cumplen técnicamente, cuales no y sus causas)											
				NO cumple con la Garantia del Fabricante de Potencia de salida al 80% a 25 Años SOLO OFRECEN 20 AÑOS (Pag. 30 de 74).	La estructura NO cumple se Solicita para Base PTR de Aluminio de 4"x4" x 3.18 mm, Angulo de Aluminio de 4" x 4" para Soportar el Riel de 2 1/2 " x 2 1/2 " para Sujetar los Paneles Fotovoltaicos, en la Ficha Tecnica del Plano PLP_2, propone angulo estructural de 2 " y 2 " X 3/16".	La estructura NO cumple se Solicita para Base PTR de Aluminio de 4"x4" x 3.18 mm, Angulo de Aluminio de 4" x 4" para Soportar el Riel de 2 1/2 " x 2 1/2 " para Sujetar los Paneles, estan ofreciendo Angulo de Aluminio de 2 " y 2 " X 3/16" (No. De Parte PLP 94031004).	SI CUMPLE	SI CUMPLE	La eficiencia mínima requerida del Modulo Fotovoltaico de 15.81 % NO lo indica la ficha tecnica de su propuesta (Pagina y 6 de 33).	SI CUMPLE	El inversor propuesto NO lo soporta con su Ficha Tecnica, unicamente indica una direccion URL del Fabricante (Pagina 2 de 15).



Todas las estructuras deberán contar con las conexiones de puesta a tierra y sistemas de protección que garanticen seguridad para el personal y equipos, de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (Utilización) Art. 250 puesta a tierra y unión, y Art. 280 apartar rayos de más de 1,000 Volts [12].

4.3.9 Medios de desconexión del sistema fotovoltaico

Garantizar la seguridad para el personal y equipos, de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (artículo 690.- Sistemas solares Fotovoltaicos), relativo a medios de protección y en la G0100-04 interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW. Marcado de conductores del sistema fotovoltaico, todos los componentes activos deberán incluir indicación clara sobre sus valores eléctricos de operación, de acuerdo con los establecido en la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas utilización (artículo 690-4-F Trayectoria de Circuitos). Se le exigirá al licitante cumplir con el marcado y etiquetado de toda su instalación eléctrica. Diagramas Unifilares y detallados de las conexiones eléctricas de alambrado del sistema fotovoltaico. El licitante deberá documentar y presentar con su diseño, los diagramas unifilares que incluyan todos los componentes del sistema desde los paneles fotovoltaicos hasta los primeros elementos de la red eléctrica que tenga la CFE. El diagrama unifilar deberá incluir referencia de los sistemas de medición de la CFE, en el diagrama deberá incluir datos específicos de capacidades y dimensionamiento, así como la cantidad de paneles fotovoltaicos, inversores, cables calibre y demás equipo eléctrico a utilizar [12].

El licitante debe considerar un futuro crecimiento de Paneles fotovoltaicos en el inmueble, para lo cual deberá dejar las conexiones y espacios para instalar Módulos Fotovoltaicos y los Inversores correspondientes.



Capítulo 5 Instalación y puesta en operación de los SFV de la DCO

Este apartado de la tesis se refiere a la simulación de generación de kWh, la instalación de los componentes de los SFV, se detalla el procedimiento de verificación previo a la interconexión a la red eléctrica, procedimiento para configurar la tarjeta de comunicación del inversor, el procedimiento para verificar y asegurarse del correcto funcionamiento del SFV y el procedimiento para la configuración de la tarjeta de comunicación del inversor para el envío de datos de errores de los SFV.

5.1 Diseño de la Instalación de los SFV por parte del Proveedor ganador.

El proveedor ganador de la licitación internacional para la instalación de los sistemas Fotovoltaicos interconectados a la red de baja tensión proporciona los diagramas unifilares y los resultados de las simulaciones de la generación de cada sistema fotovoltaico de acuerdo con la ubicación geográfica, para una mayor referencia se muestran las figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 para el Inmueble de Oficinas Divisionales (como ejemplo).

5.2 Resumen de Simulaciones de Generación de kWh.

En la tabla 5.1 se muestran las simulaciones de la energía efectiva en la salida del generador tomando en cuenta la Irradiación Global Horizontal, la Temperatura ambiente de acuerdo con la ubicación geográfica de los inmuebles, en donde se observa que el mejor sistema fotovoltaico es la Zona Tehuacán.

5.2.1 Relación de Inmuebles de usos propios con Sistemas de Paneles Fotovoltaicos.

A través de esta licitación y de otros contratos, la División Centro Oriente cuenta con 43 Sistemas Fotovoltaicos (SFV) interconectados a la red de baja Tensión, en la tabla 5.2 se relacionan los identificadores y las IP's locales a través de las cuales se hará la comunicación para el monitoreo de la generación de energía eléctrica.

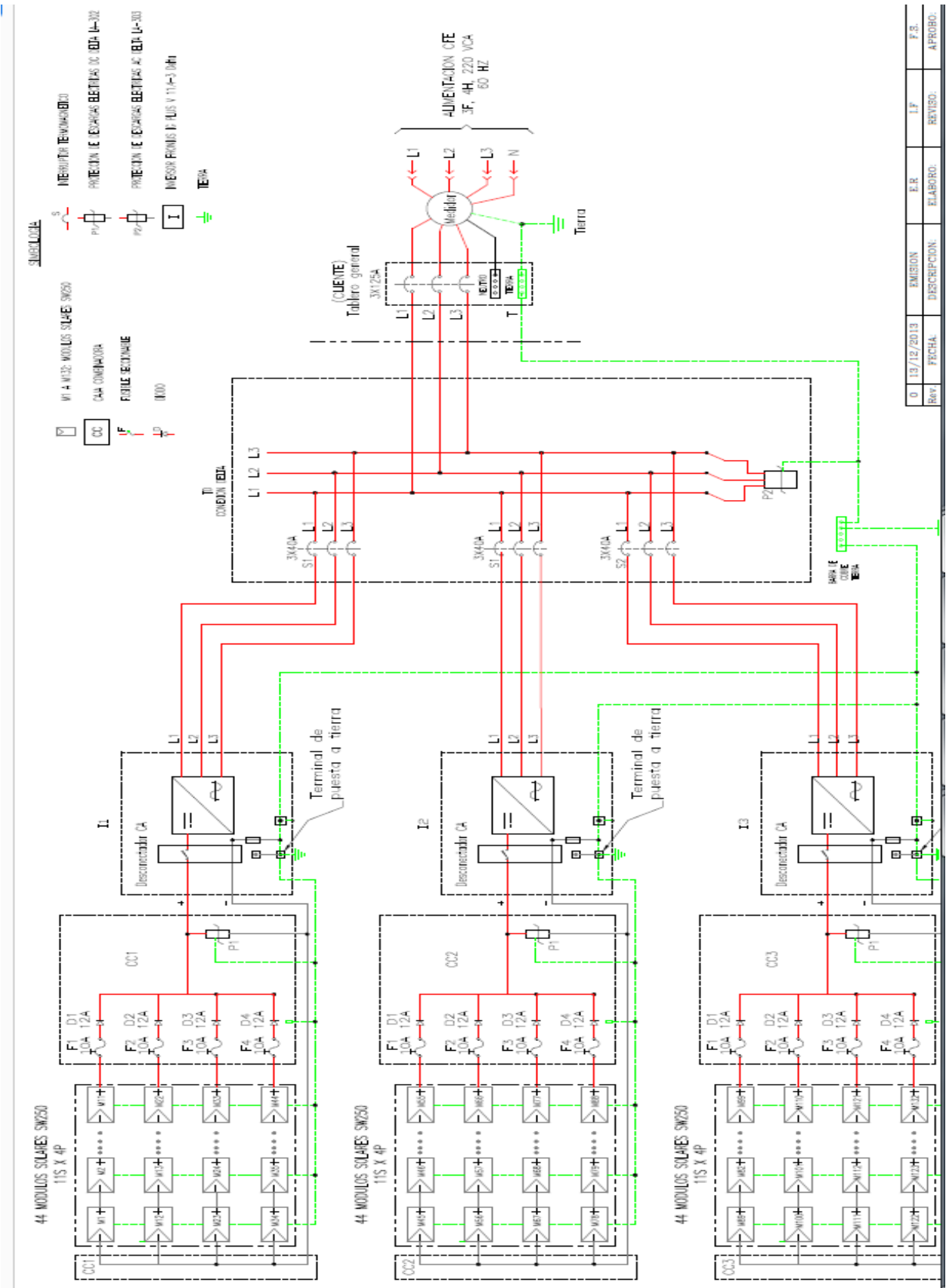


Figura 5.1 Diagrama trifilar de un SFV.

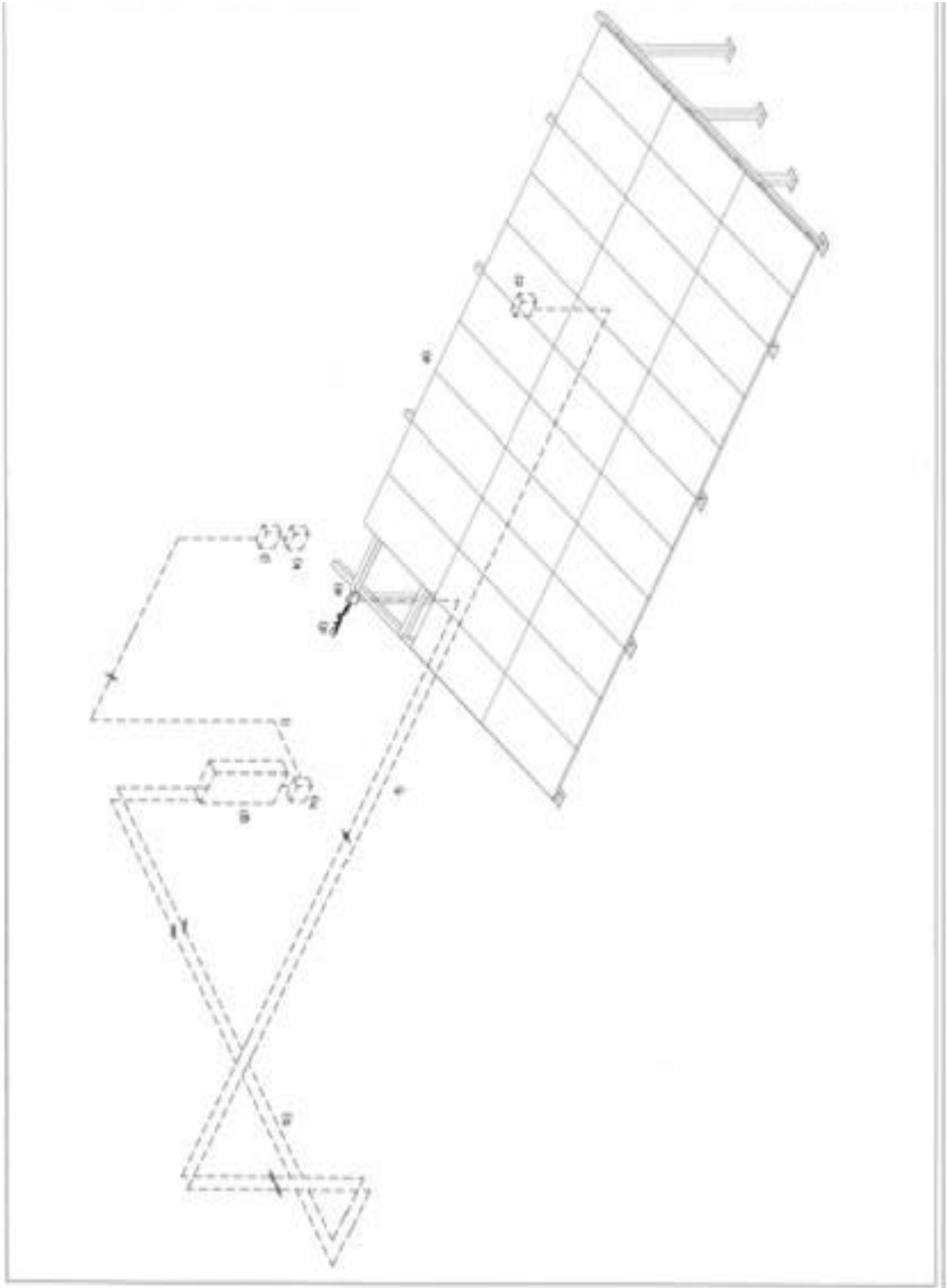


Figura 5.3 Plano de Conexión de un SFV.



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : CFE PUEBLA

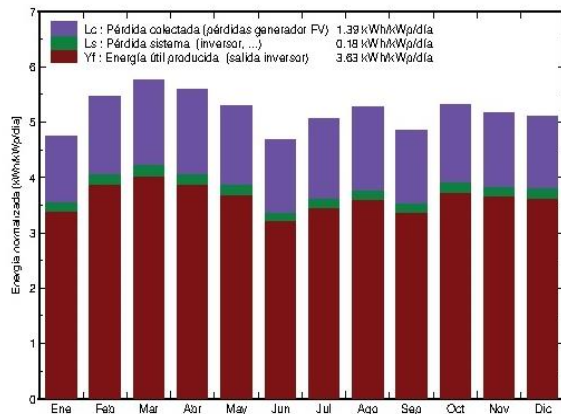
Variante de simulación : REV02

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	20°	acimut 29°
Módulos FV	Modelo	LDK-250P-20	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	132	Pnom total 33.0 kWp
Inversor	Modelo	IG Plus V 11.4-3-208 Delta	Pnom 11.40 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 34.2 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

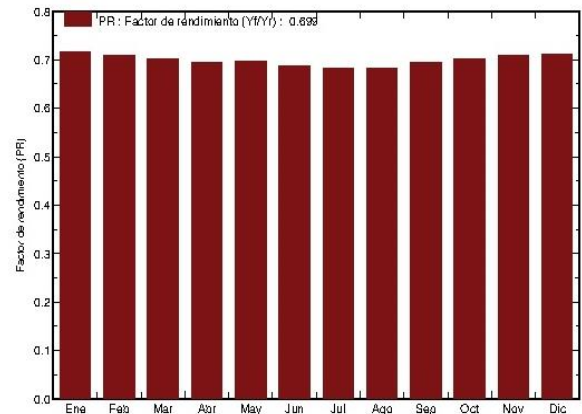
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	43.73 MWh/año	Produc. específico 1325 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	69.9 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 33.0 kWp



Factor de rendimiento (PR)



REV02

Balances y resultados principales

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	%	%
Enero	127.1	17.00	147.0	135.6	3.639	3.473	11.49	10.97
Febrero	137.2	18.00	153.0	142.6	3.763	3.585	11.42	10.88
Marzo	170.5	19.00	178.3	166.2	4.335	4.130	11.28	10.75
Abril	171.0	21.00	167.6	155.3	4.035	3.846	11.18	10.65
Mayo	176.7	22.00	164.5	152.0	3.967	3.784	11.19	10.68
Junio	153.0	24.00	140.7	129.8	3.343	3.187	11.03	10.51
Julio	170.5	25.00	157.2	145.7	3.713	3.538	10.96	10.45
Agosto	170.5	24.00	163.3	151.1	3.863	3.681	10.98	10.46
Septiembre	144.0	22.00	145.8	134.9	3.512	3.344	11.18	10.65
Octubre	151.9	20.00	164.9	153.6	4.006	3.815	11.28	10.74
Noviembre	135.0	19.00	155.3	144.2	3.807	3.631	11.38	10.85
Diciembre	133.3	18.00	158.5	146.0	3.895	3.718	11.41	10.89
Año	1840.7	20.76	1896.0	1757.2	45.878	43.731	11.23	10.71

Figura 5.4 Resultados de la simulación de la producción de kWh de un SFV.



Tabla 5.1 Resumen de la Simulaciones de generación de kWh para 13 SFV

Inmueble	Apizaco	A. Fuertes	Atlixco	Bugambilias	P. Pte.	Matamoros	Nte.	P. Ote.	San Martin	Tecamachalco	Tehuacan	Tepexi	Zacatelco	
Concepto	Unidades	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	
		Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	
Irradiación Global Horizontal	kWh/m2	1,843.10	1,843.10	1,843.10	1,843.00	1,843.00	1,843.10	1,843.10	1,843.00	1,843.10	1,843.10	2,041.20	1,843.10	1,843.00
Temp. Ambiente	°C	13.95	16.91	18.75	17.10	17.14	22.46	16.91	17.14	15.59	15.67	18.10	18.75	16.68
Global incidente en plano receptor	kWh/m2	1,928.80	1,916.60	1,923.00	1,921.90	1,924.20	1,923.10	1,900.80	1,919.00	1,891.30	1,920.00	2,118.80	1,923.00	1,926.50
Global efectivo	kWh/m2	1,849.30	1,857.80	1,864.50	1,863.20	1,860.40	1,864.50	1,837.90	1,854.50	1,732.30	1,859.80	2,056.20	1,864.50	1,859.10
Energía efectiva en la salida del generador	MWh	16.72	16.54	16.41	16.60	16.54	16.09	16.05	16.49	15.57	16.67	18.15	16.41	16.56
Energía reinyectada en la red	MWh	15.98	15.81	15.69	15.80	15.81	15.38	15.35	15.77	14.87	15.93	17.36	15.69	15.83
E salida campo/ superficie bruta	%	13.55	13.49	13.34	13.50	13.43	13.08	13.20	13.43	12.87	13.57	13.39	13.34	13.44
E salida sistema/ superficie bruta	%	12.95	12.89	12.76	12.90	12.84	12.50	12.62	12.85	12.29	12.97	12.81	12.76	12.84
Diferencias Energías Generador Vs Inyectada		0.74	0.73	0.72	0.8	0.73	0.71	0.7	0.72	0.7	0.74	0.79	0.72	0.73
% PERDIDAS		4.43%	4.41%	4.39%	4.82%	4.41%	4.41%	4.36%	4.37%	4.50%	4.44%	4.35%	4.39%	4.41%

Tabla 5.2 Relación de inmuebles de la DCO que cuentan con Sistema Fotovoltaico.

ZONA	INMUEBLE	RPU	TARIFA	kWp Instalados	Direcciones IP Asignadas por las Zonas	COSTO DE INVERSION	\$ kWp
TLAXCALA	AG. ZACATELCO	225050100717	2	10	10.9.73.55	323 700	32 370
	AG HUAMANTLA	226071202141	2	10	10.9.69.234	323 700	32 370
TEHUACAN	ZONA TEHUACAN	237081115371,237070109026	OM	10	10.9.145.136	323 700	32 370
	ZONA MATAMOROS	241941000557	2	10	10.9.101.230	323 700	32 370
MATAMOROS	AG. ATLIXCO	240080901799	2	10	10.9.99.166	323 700	32 370
	ZONA SAN MARTÍN	247940705270,247011001021	2	10	10.9.112.219	323 700	32 370
SAN MARTIN	SUC. HUEJOTZINGO	246080900472	2	10	10.9.115.183	323 700	32 370
	AGE. TEPEXI	254080300508	2	10	10.9.134.253	323 700	32 370
TECAMACHALCO	ZONA Y AG. TECAMACHALCO	253090300241	OM	10	10.9.131.86	323 700	32 370
	CAC Y ÁREA LIBRES	249050400172	2	10	10.9.132.211	323 700	32 370
TECAMACHALCO	CAC TEPEACA	255960100890	2	10	10.9.131.240	323 700	32 370
	ZONA PUE. PTE. 1	221020106448	OM	10	10.9.33.35	323 700	32 370
PUE. PTE.	AREA PTE.	216960801892	2	10	10.9.38.32	323 700	32 370
	SUC. NORTE	256041101941	OM	10	10.9.36.13	323 700	32 370
PUE. PTE.	SUC. METROPOLITANA	221050703742	OM	10	10.9.36.142	323 700	32 370
	ZONA PUE PTE. 2	221020106448	OM	10	10.9.33.20	323 700	32 370
PUE. PTE.	CAC PTE.	221020101748	2	10	10.9.10.123	323 700	32 370
	UTECH	221041101217	OM	10	10.9.11.140	323 700	32 370
PUE. PTE.	CAR	257120504968	HM	10	10.9.18.164	323 700	32 370
	CAC ANGELOLIS	257021216276	2	10	10.9.10.253	323 700	32 370
PUE. PTE.	AG CHOLLULA	216960800624	2	10	10.9.37.208	323 700	32 370
	S.E. PONIENTE	216001104937	OM	10	10.9.48.27	323 700	32 370
PUE. PTE.	SUC. PTE. (ANGELOPOLIS)	257130601252	2	5	10.9.51.8	250 000	50 000
	C.F.E. COORD GENERAL P PTE	221960806855,221130601967	HM	33	10.9.1.100	1 200 000	36 364
PUE. OTE.	SUC. BUGAMBILIAS	258070607848	OM	10	10.9.85.29	323 700	32 370
	ZONA PUE OTE 1	219160707706	OM	10	10.9.86.171	323 700	32 370
PUE. OTE.	AREA FUERTES	219930312454	2	10	10.9.43.34	323 700	32 370
	ZONA PUE OTE 2	219041024412	OM	10	10.9.86.172	323 700	32 370
PUE. OTE.	CAC OTE. (Z. OTE.)	219041024412	OM	10	10.157.80.21	323 700	32 370
	AREA BUGAMBILIAS	258940704640	2	10	10.9.43.248	323 700	32 370
PUE. OTE.	CAC CHAPULCO	258120307042	OM	10	10.9.85.58	323 700	32 370
	CAC AMOZOC	217990203384	2	10	10.157.85.120	323 700	32 370
PUE. OTE.	SE. ORIENTE	219960904950	OM	10	10.9.48.209	323 700	32 370
	CAC AGUA SANTA	258050406978	OM	10	10.9.157.83.74	420 000	42 000
PACHUCA	ZONA PACHUCA 1	259130904924	OM	10	10.9.176.21	323 700	32 370
	ZONA PACHUCA 2	259130904924	OM	10	10.9.187.121	323 700	32 370
PACHUCA	ZONA PACHUCA 3	259130904924	OM	10	10.9.187.122	323 700	32 370
	ZONA PACHUCA 4	259130904924	OM	10	10.9.187.124	323 700	32 370
PACHUCA	CAC PACHUCA	259100802183	2	10	10.9.183.124	323 700	32 370
	CFAUTOS CUBITOS	261120604587	2	10	10.9.178.124	323 700	32 370
PACHUCA	SE PIR 85 kv	no cuenta con medidor	OM	10	10.9.188.121	323 700	32 370
	CFE AUTOS SANTA JULIA	259141005077	2	5	10.9.179.107	250 000	50 000
TULA	ZONA TULA	272941000959	OM	20	10.9.161.194	660 000	33 000
TOTAL				453	43	15 080 600	

5.3 Evidencias fotográficas de los SFV.

5.3.1 Componentes principales de un SFV.

En las figuras 5.5 y 5.6 se presentan los módulos solares instalados sobre una estructura de aluminio, la caja de conexiones de CD y la caja de conexiones de los sensores de velocidad del aire, radiación y temperatura.

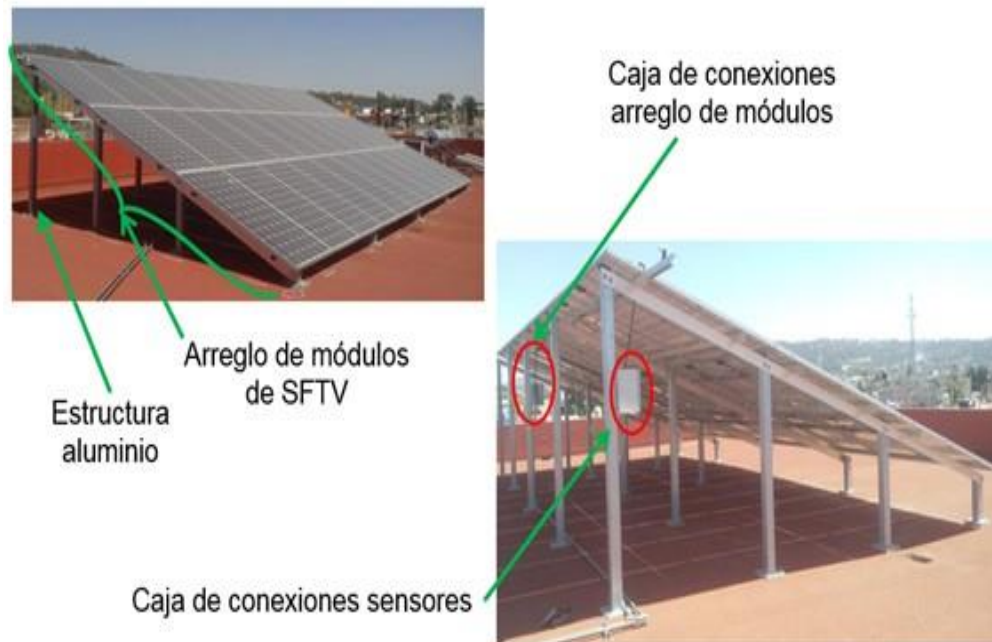


Figura 5.5 Módulos, Estructura, Cajas de Conexiones de CD y Sensores de Temperatura, Viento y Radiación.



Figura 5.6 Sensores de Viento, Radiación, Temperatura Ambiente y del Panel.

En la figura 5. 7 se muestra las conexiones de los sensores y la caja de conexiones de la corriente directa, el interruptor termo magnético, esta parte se pueden realizar las mediciones de los voltajes que alimentan al inversor de corriente directa a corriente alterna [2].

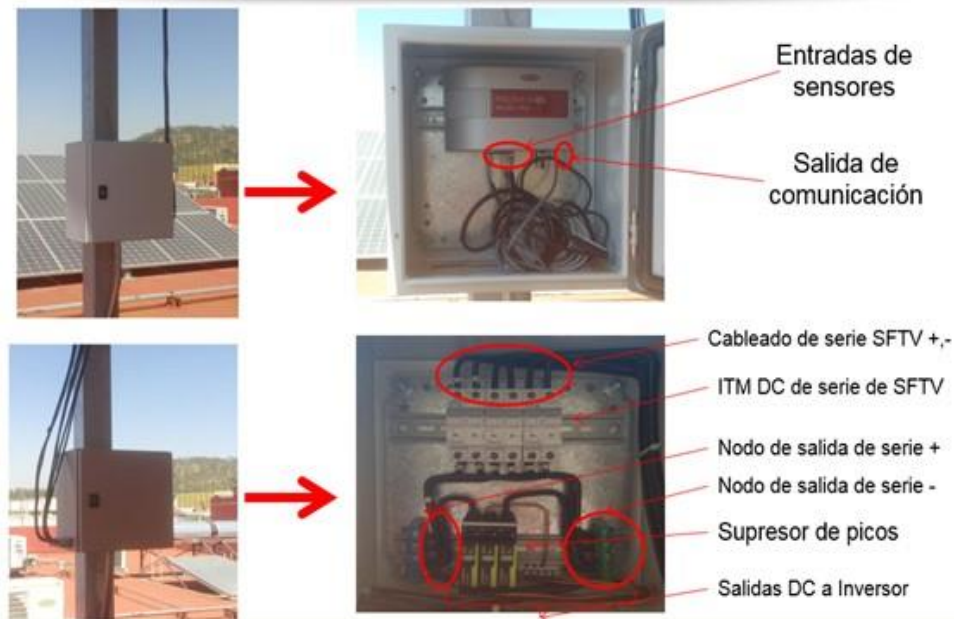


Figura 5.7 Tarjeta de control de Sensores y caja de Conexiones de Corriente Directa. En la figura 5.8 se muestra el inversor Fronius IG Plus V, así como la caja de conexiones de la corriente alterna con los accesorios de protección [2].

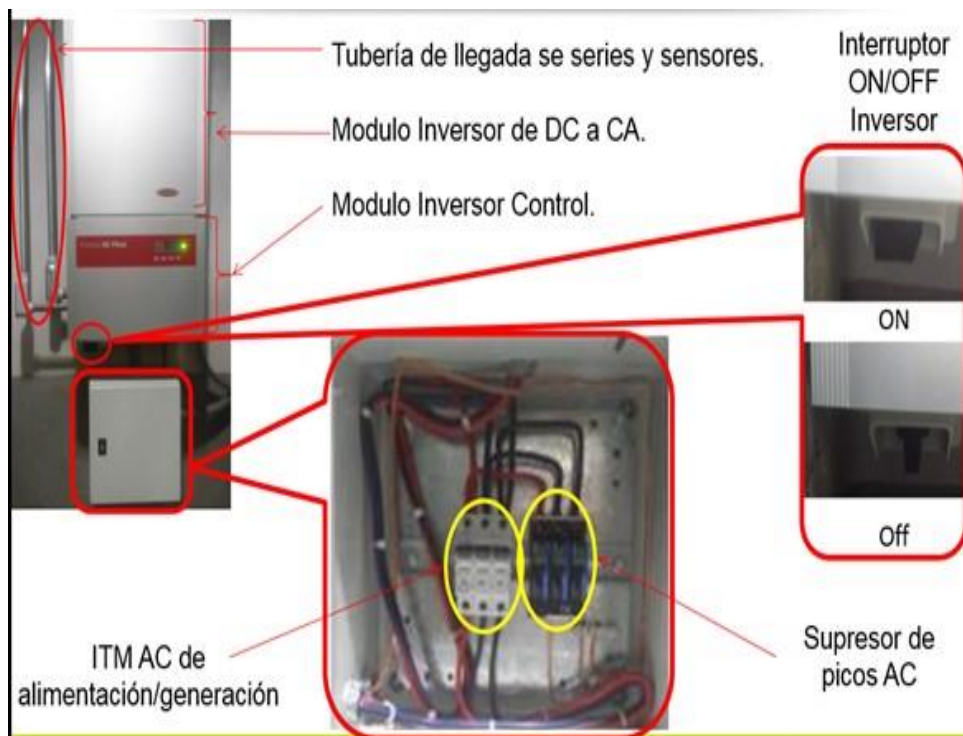


Figura 5.8 Inversor e Interruptor de Interconexión con la Red de BT.

5.4 Verificación previa para interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW.

1.- Verificar la correcta operación del SFVI en modo automático y manual. Comúnmente estas funciones de control y monitoreo se encuentran incorporadas en el inversor y comprenden:

- Arranque y paro automático.
- Funciones de protección.



Figura 5.9 Equipo de protecciones en CA y CD.

2.- Capacidad de generación de un consumidor no mayor de la capacidad de servicio que tiene contratada, y la capacidad total de generación FV dispersa en un mismo alimentador no debe ser mayor de la capacidad de transporte del alimentador.



EJEMPLO 10 PANELES DE 330W
 $10 \times 330 = 3300W = 3.3 \text{ KWp}$

Figura 5.10 Placa de datos de los Módulos Solares.

3.- SFVI conectado del lado de la carga, preferentemente en el interruptor general de servicio del inmueble. El interruptor de servicio proporciona así un medio manual de desconexión accesible al personal de la CFE, siempre y cuando cumpla con las características que se especifican en el inciso 6.10.5 medios de desconexión de la red de la especificación CFE-G0100-04 [11] (véase figura 5.9). Es posible conectar la salida del SFVI en otro punto del sistema eléctrico del inmueble cuando el SFV se encuentre a una distancia considerable del interruptor general de servicio, siempre y cuando se cumpla lo siguiente:

- La suma de las capacidades de los dispositivos de sobre corriente de los circuitos que alimenta un bus o conductor no debe exceder de 120 % la capacidad de transporte de corriente del bus o conductor.
- Todos los interruptores que van a ser alimentados con corriente en ambos sentidos dentro del sistema eléctrico deben estar especificados para operación bidireccional.



Figura 5.11 Interruptor de Interconexión con la Red de BT.

4.- La interconexión del SFV con la red de distribución se hace mediante un transformador que garantice el aislamiento galvánico del SFVI; independientemente de la configuración del GFV. El aislamiento galvánico se garantiza en el manual del inversor, el cual utiliza un transformador de alta frecuencia [2].



Figura 5.12 Inversor de CD a CA marca Fronius IG Plus V.

6.- El interruptor de separación a la salida del generador (I1 véase en la figura 5.14) debe ser un interruptor termomagnético o de fusibles que permita la desconexión del SFV de la red y las cargas locales. La calibración del dispositivo de sobre corriente se determina en función de la potencia máxima de salida del generador. Éste debe cubrir las siguientes especificaciones:

- Ser manualmente operable.
- Contar con un indicador visible de la posición "Abierto - Cerrado".
- Contar con la facilidad de ser enclavado mecánicamente en posición abierto por medio de un candado o de un sello de alambre.
- Tener la capacidad interruptora requerida de acuerdo con la capacidad de cortocircuito de la línea de distribución.
- Debe ser operable sin exponer al operador con partes vivas.
- Estar identificado como el interruptor de desconexión entre el SFV y la red.

7.- Interruptor general de servicio del inmueble, Adicionalmente al interruptor de separación a la salida del inversor, la CFE establece la utilización de un interruptor de servicio para la acometida eléctrica en el inmueble (I2 véase en la figura 5.14). Este interruptor propiedad del usuario debe estar accesible al personal de la CFE. Éste debe tener las siguientes características:

- Cumplir con las especificaciones establecidas por la CFE.
- En este caso, la calibración del dispositivo de sobre corriente se determina en función de la potencia máxima contratada con la CFE.

- Este interruptor opera con flujo de energía en ambos sentidos. Si se selecciona un termomagnético, éste debe estar especificado para operar satisfactoriamente sin importar el sentido de flujo de potencia.



Figura 5.13 Interruptor de desconexión del SFV y la red de BT.

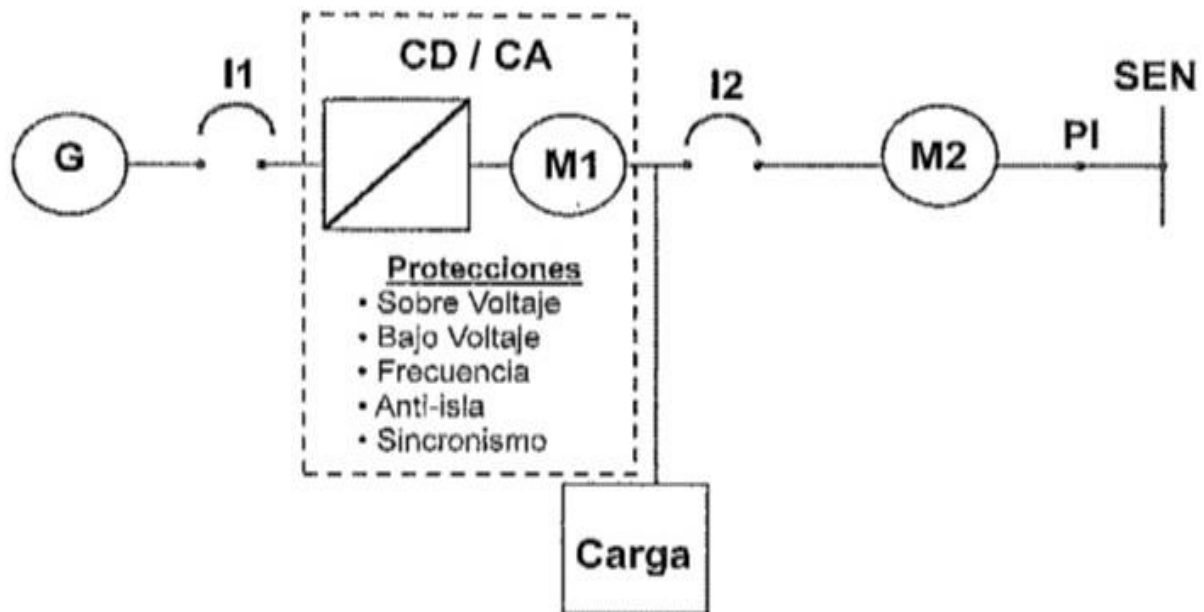


Figura 5.14 Diagrama Unifilar del Generador interconectado a la red de BT.

8.- Medios para deshabilitar el GFV. Se debe contar con medios para sacar de operación el GFV, ya sea para realizar labores de mantenimiento o como protección contra fallas en alguno de sus componentes. Sin embargo, se debe considerar que, en principio, la única forma de "apagar" un GFV es cubriéndolo de la luz solar. Puesto que esta medida resulta poco práctica y económica en algunas situaciones, es necesario recurrir a algún método alternativo.



Figura 5.15 Interruptor del Inversor.

9.- Detección de fallas a tierra. Las fallas a tierra en los circuitos del GFV son potencialmente peligrosas debido a que pueden producir arcos eléctricos y como consecuencia incendios. Los GFV son esencialmente fuentes de corriente, capaces de producir arcos eléctricos por tiempo prolongado con corrientes de falla que no fundirían un fusible. Se debe proveer de un sistema de detección de fallas a tierra en instalaciones donde existan riesgos de incendios por localizarse cerca de materiales inflamables, como puede ocurrir en algunas azoteas y techos residenciales. Se puede omitir el uso de un sistema de detección de fallas a tierra cuando todos los componentes que conforman el GFV cuentan con doble aislamiento y las instalaciones se han hecho de manera que se minimicen las posibles fallas en el cableado. El inversor está equipado con una detección de contacto a tierra/interrupción (según las exigencias de la UL 1741 y del National Electrical Code).



Figura 5.16 SFV debidamente aterrizado.

10.- Las conexiones de puesta a tierra del SFVI deben cumplir con lo establecido en el párrafo 9.4 de la especificación CFE-G0100-04 [11] y se deben seguir cuidadosamente. Las condiciones ambientales del sitio de instalación inciden directamente sobre esta conexión. Puesta a tierra con base en la referencia la NOM-001-SEDE-2012 [12].

11.- Se debe procurar siempre orientar el GFV hacia el sur con una inclinación equivalente a la latitud geográfica del sitio de la instalación, con ello se maximiza la captación del recurso solar a lo largo del año. Se debe considerar que en ningún momento del día los módulos deben estar a la sombra, aunque sea sólo parcialmente, los sistemas se encuentran orientados hacia el sur geográfico y con una inclinación de 19° , como se muestra en la figura 5.17.



Figura 5.17 Inclinación de los Paneles Fotovoltaicos.

El procedimiento mencionado se realizó antes de poner en marcha el sistema, sin encontrar defectos.

5.5 Procedimiento para configurar la Tarjeta de Comunicación del Inversor Fronius IG Plus V.

5.5.1 Configuración de WI-FI y Cambio de Interruptor

En la figura 5.18 (a) mostramos las pantallas de cómo se deshabilita la conexión inalámbrica y en la figura 5.18 (b) mostramos la pantalla de la conexión alámbrica y el cambio del interruptor de la posición “B” a “A” en el inversor.

5.5.2 Configuración local

En la figura 5.19 se muestran las pantallas para la configuración local, propiedades y protocolo de internet version 4.



a b
Figura 5.18 (a) apagar WI-FI y (b) cambio de posición de B a A.

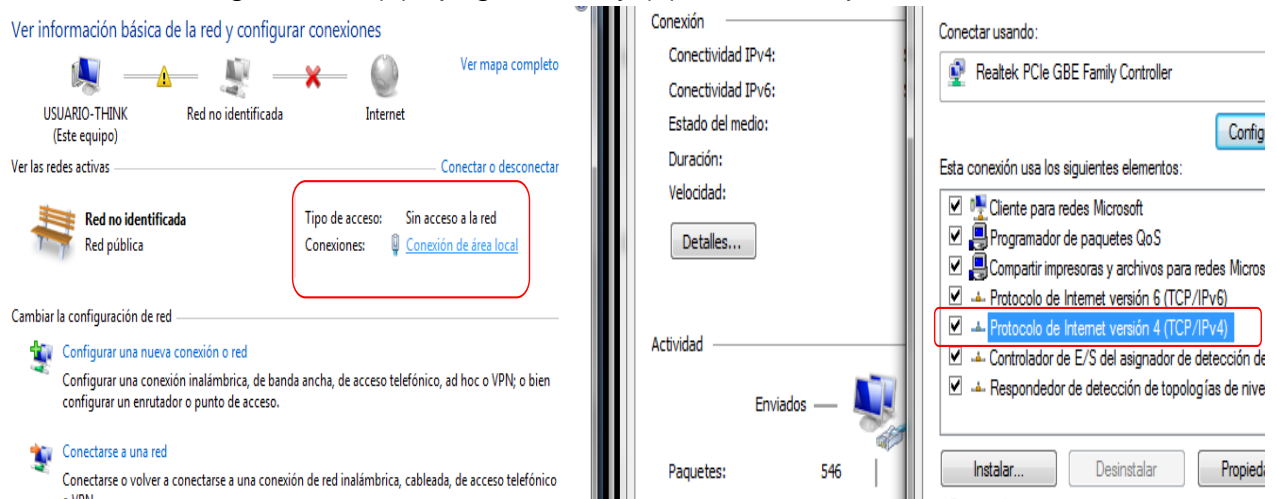


Figura 5.19 Configuración área local.

5.5.3 Configuración de IP

- En protocolo de internet versión 4 se configura la dirección IP.
- El número de IP del inversor es 169.254.0.180.
- Este se coloca en la dirección IP del equipo de cómputo solo modificando la terminación a 181 o 179.

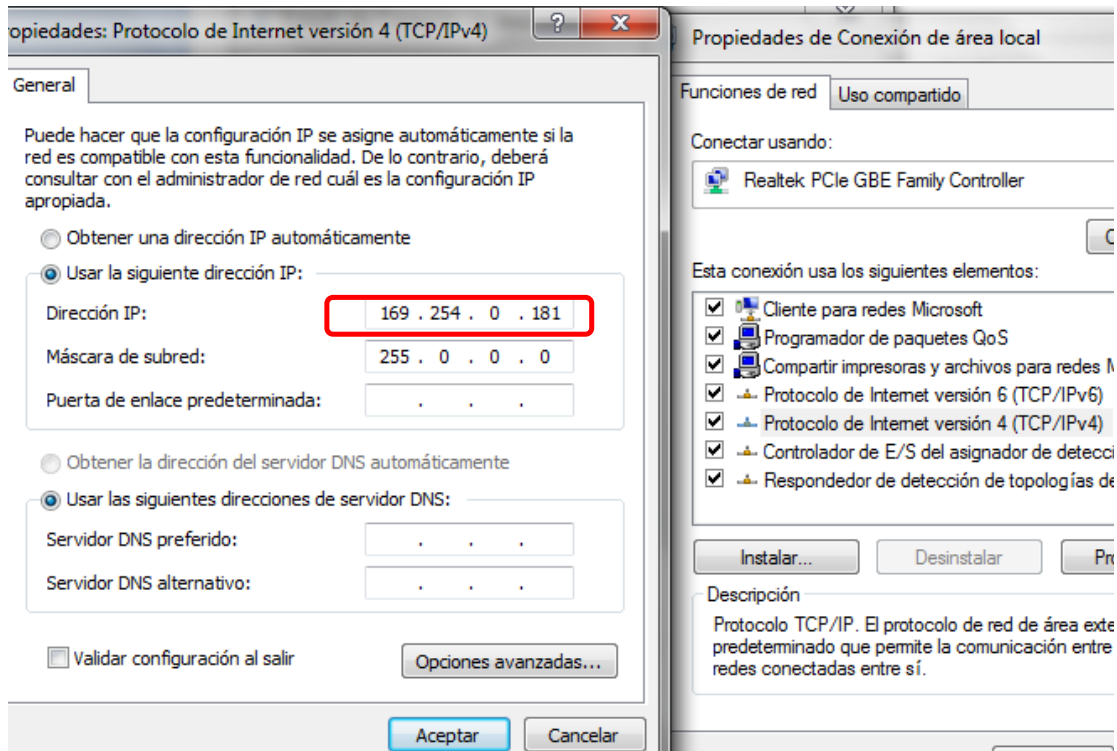


Figura 5.20 Configuración de la IP

5.5.4 Desactiva el servidor Proxy

Entrar en ventana de internet → herramientas → opciones de internet → conexiones → Configuración LAN

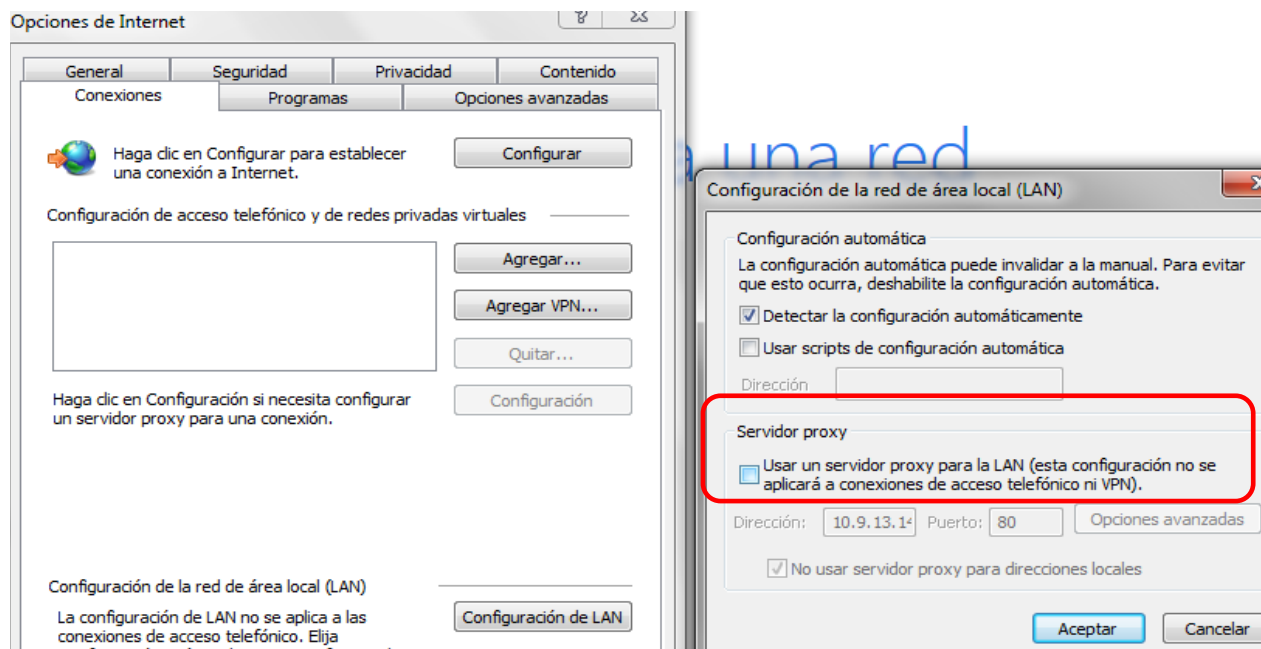


Figura 5.21 Desactivación del Proxy.

5.5.5 Tarjeta del inversor

Se coloca en el explorador la dirección 169.254.0.180, posterior se entra ajustes red.



Figura 5.22 Comunicación con el Inversor.

5.5.8 Modificación de RED

En RED lo primero es borrar la configuración de red anterior para actualizar, Seleccionamos la red → Eliminamos RED, Seleccionamos la red y actualizamos la contraseña. Las pantallas se muestran en la figura 5.23.

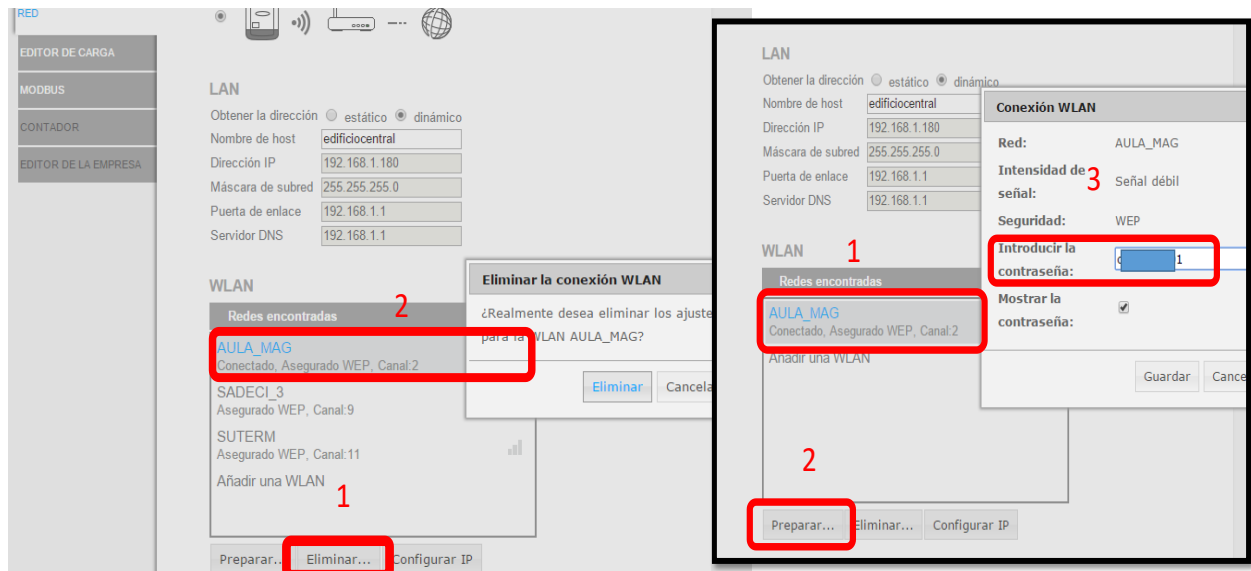


Figura 5.23 Configuración de Red y contraseña.

Posterior a actualizar la contraseña, se guardan los cambios para lo cual se va al punto 1 donde está el símbolo de aprobación y de rechazo, se presiona aprobación y se manda el mensaje de observación donde confirmamos, al finalizar solo manda el mensaje de ajustes aceptados, para una mayor referencia se muestra en la figura 5.24.



Figura 5.24 confirmación de ajustes.

5.6 Procedimiento para verificar el correcto funcionamiento de los Sistemas Fotovoltaicos

5.6.1 Secuencia de Verificación

1. Tomar lectura de la potencia instantánea y kWh acumulados de generación en el inversor.
2. Abrir el interruptor del inversor.
3. Abrir el Interruptor termo magnético en la caja de conexiones de CD del sistema fotovoltaico.
4. Medir los voltajes de CD en las tres líneas.
5. Si hay diferencias de voltajes entre las tres líneas, medir el voltaje en cada panel.
6. Cerrar el Interruptor termo magnético en la caja de conexiones de CD del sistema.
7. Evidencia fotográfica del estado de los paneles fotovoltaicos.
8. Cerrar el interruptor del inversor, esperar 5 minutos para la sincronización y asegurarse que nuevamente está generando la Energía Eléctrica el SFV.
9. Hacer reporte.

5.6.2 Inversor en Operación

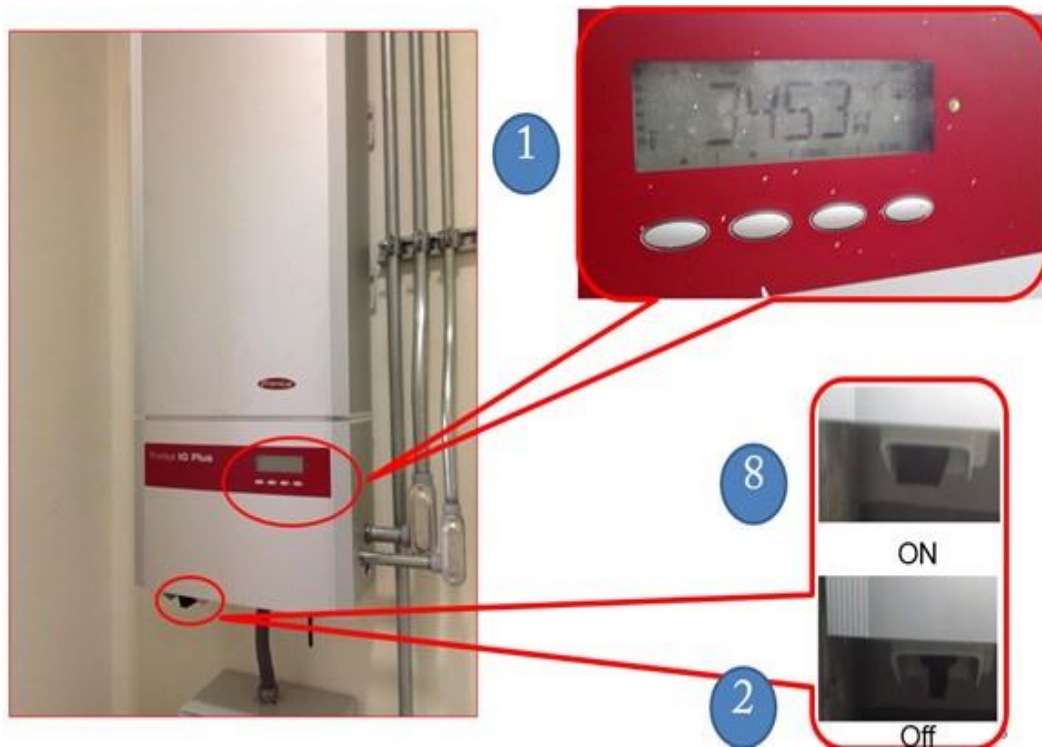


Figura 5.25 toma de lectura y operación del interruptor.

5.6.3 Caja de conexiones arreglo de módulos

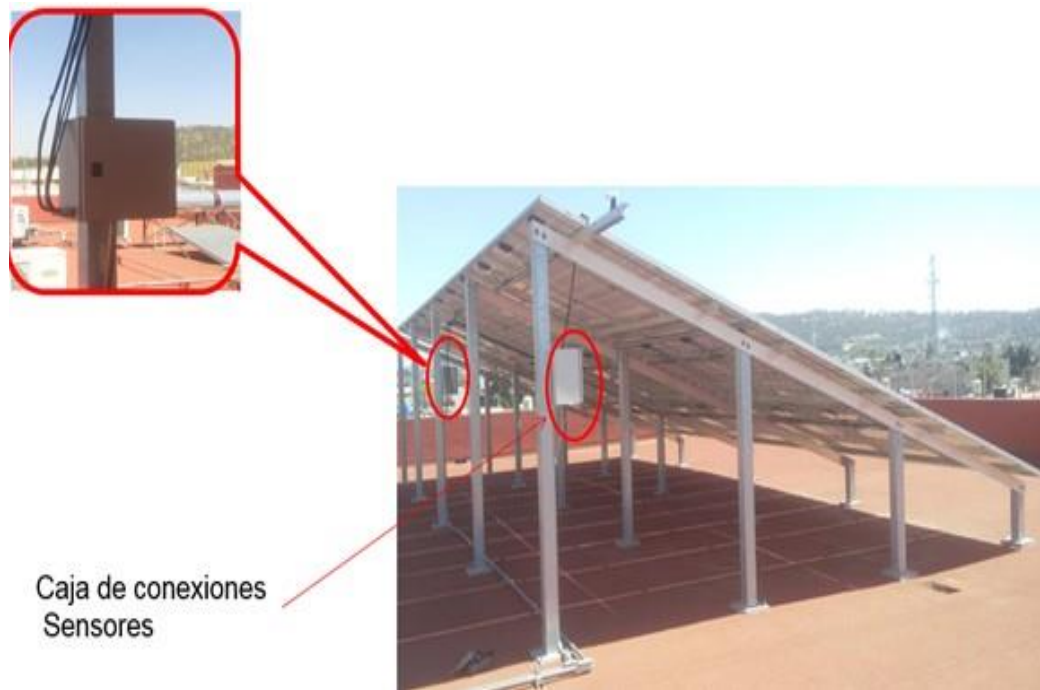


Figura 5.26 cajas de conexiones.

5.6.4 Caja de Conexiones del Sistema Fotovoltaico

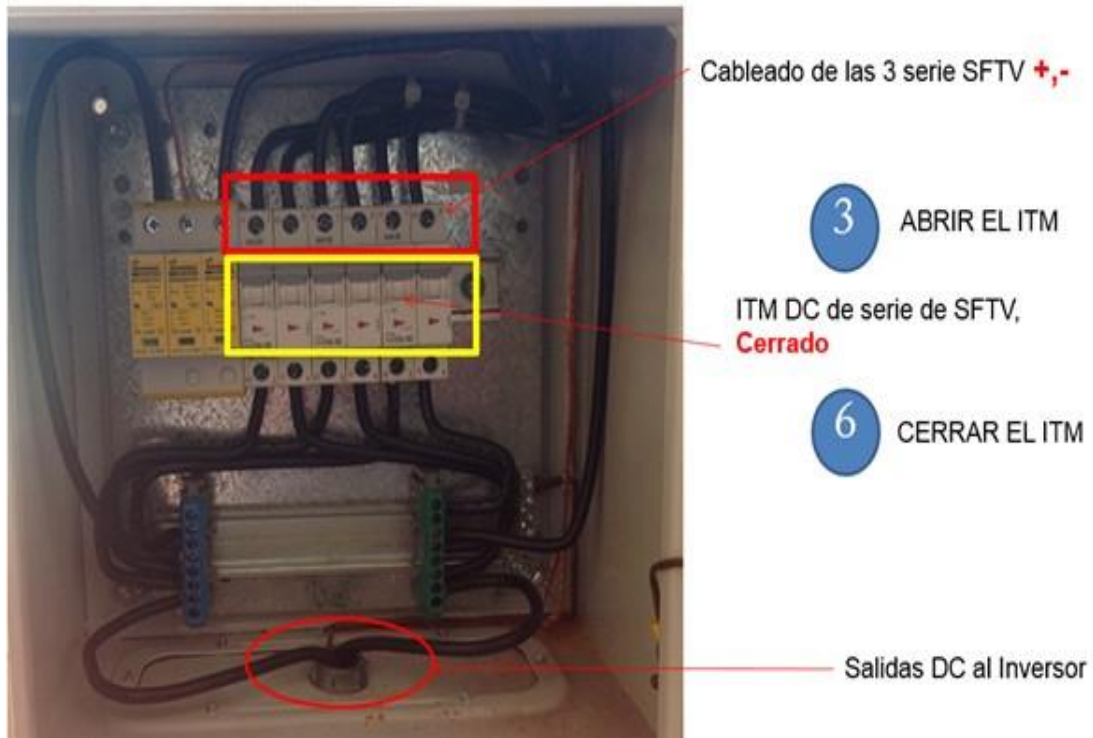


Figura 5.27 secuencia para la toma de Voltajes en CD.

5.6.5 Medición de Voltaje Directo con el Interruptor Abierto



Figura 5.28 valores de los Voltajes en CD en las tres líneas.

5.6.6 Medición de voltaje en cada panel fotovoltaico.

Como en la línea 2 está registrando 8 V de menos, se procede a medir el voltaje panel por panel hasta encontrar el dañado, se abren los conectores y el valor debe ser similar al de la placa de datos, tal y como se muestra en la figura 53.

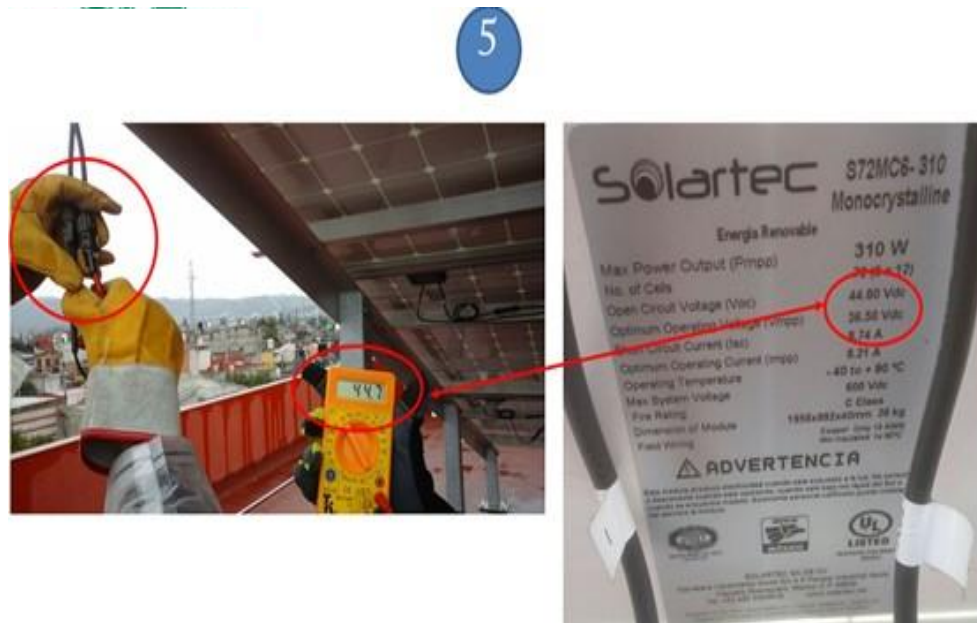


Figura 5.29 medición del voltaje en cada módulo fotovoltaico.

5.6.7 Estado de los Paneles Fotovoltaicos

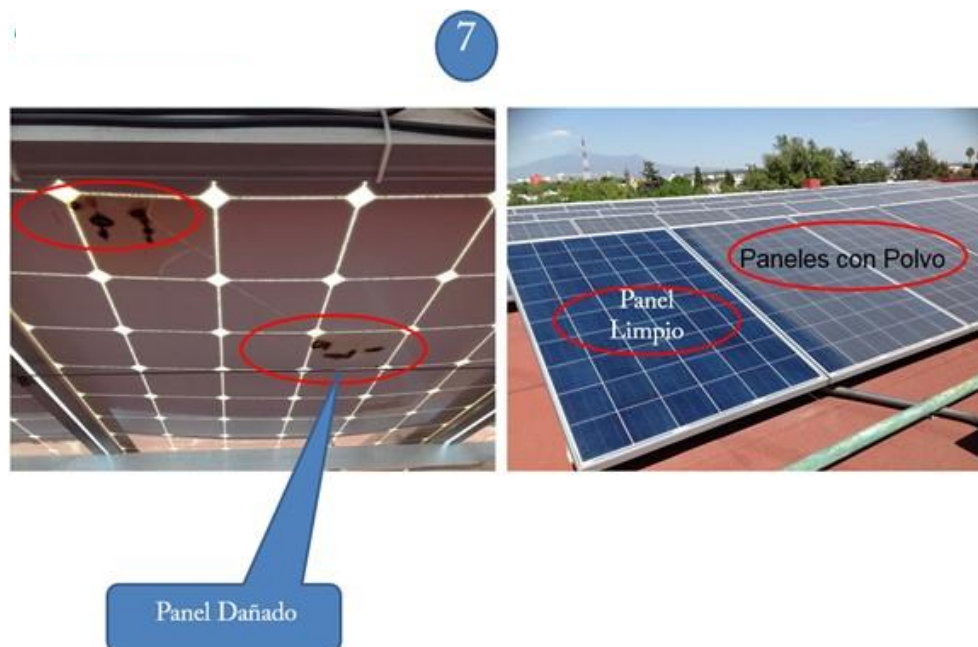


Figura 5.30 supervisión del estado físico de los módulos fotovoltaicos.

5.6.8 Formato de Reporte

Tabla 5 reporte de las mediciones y supervisión al SFV.

Potencia Instantanea	Fecha y Hora	kWh Acumulados	Voltaje CD Linea 1	Voltaje CD Linea 2	Voltaje CD Linea 3	Estado del Panel				Distancias Inversor y Muro (Cm)	Sale Filtro?	
						Dañado	Limpio	Sucio	Numero de serie		Si	No

5.7 Procedimiento para configurar la tarjeta de comunicación del inversor para el envío de datos de errores de los paneles fotovoltaicos

5.7.1 Entrar a panel de control para desactivar el firewall de Windows (aplica para Windows 8).

Un firewall es software o hardware que comprueba la información procedente de internet o de una red y a continuación, bloquea o permite el paso de ésta al equipo, en función de la configuración de firewall. Un firewall puede ayudar o impedir que hackers o software mal intencionado (como gusanos) obtengan acceso al equipo a través de una red o de internet. Un firewall también puede ayudar a impedir que el equipo envíe software mal intencionado a otros equipos. En la figura 5.31 se muestra el funcionamiento de un firewall. Un firewall crea una barrera entre el internet y el equipo, igual que la barrera física que construiría una pared de ladrillos [21].



Figura 5.31 descripción del firewall [21].



En el menú PANEL DE CONTROL ingresar FIREWALL DE WINDOWS, tal y como se muestra en la figura 5.32.

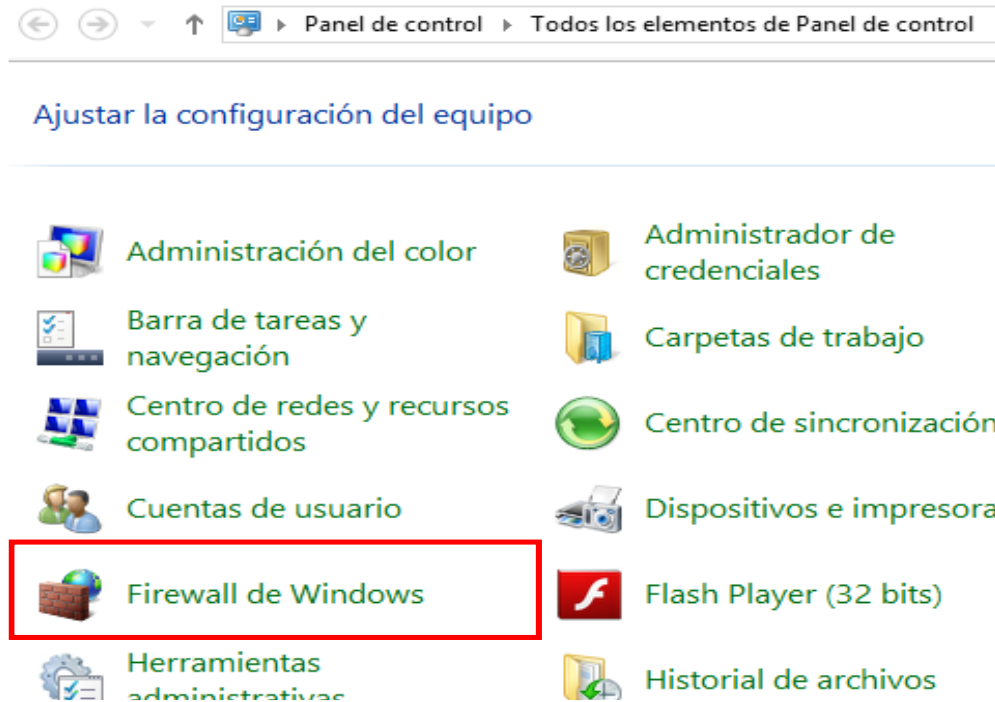


Figura 5.32 Ingreso al firewall.

Seleccionar configuración avanzada, figura 5.33.

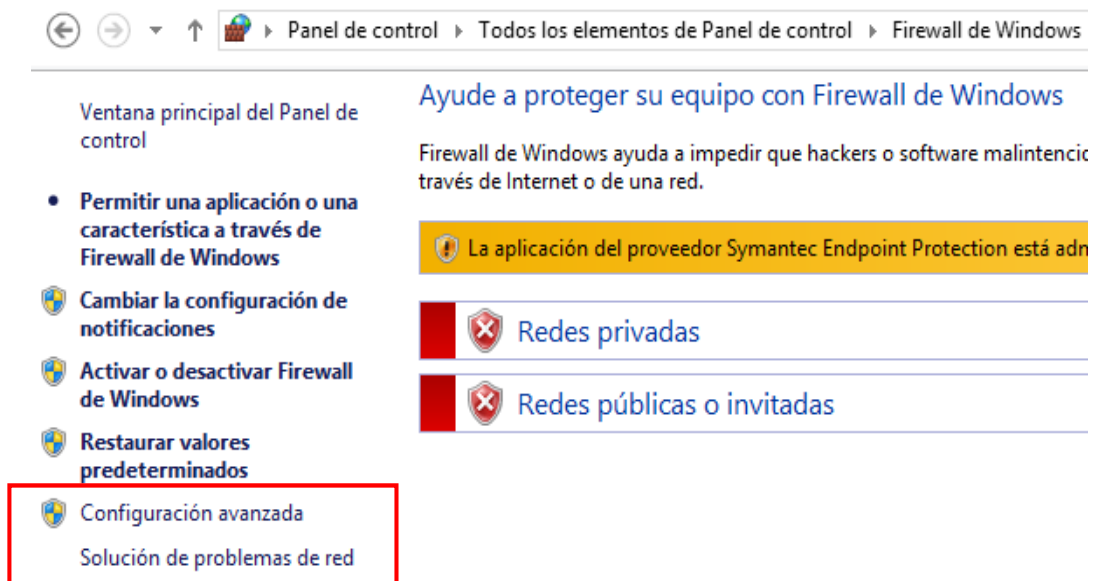


Figura 5.33 configuración avanzada.

Seleccionar PROPIEDADES DE FIREWALL DE WINDOWS, figura 5.34.

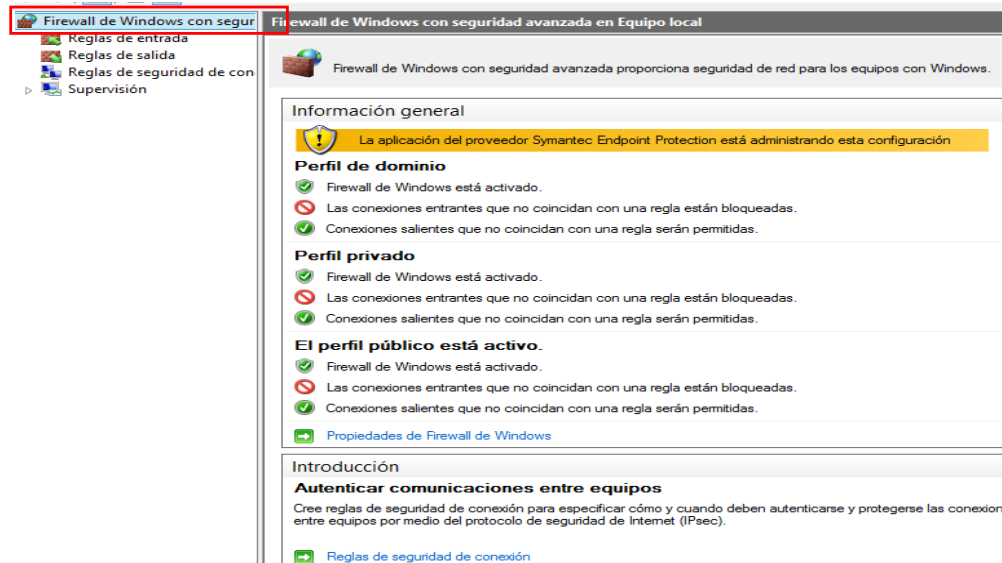


Figura 5.34 configuración en propiedades.

Y desactivar el estado de firewall (INACTIVO), figura 5.35.

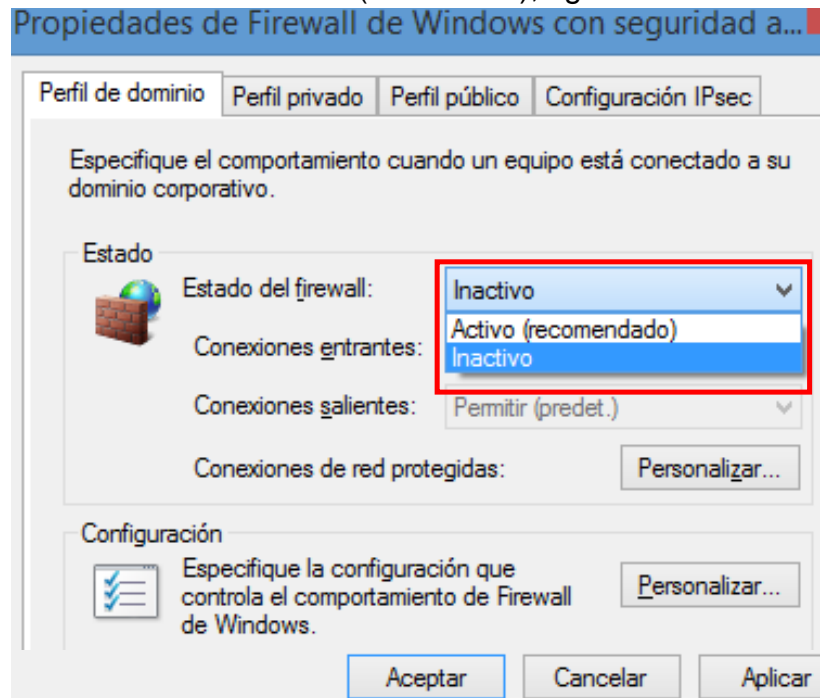


Figura 5.35 firewall inactivo.

5.7.2 Instalación de Software para envío de reportes

Ya que se desactivo el Firewall copiar a la PC el software proporcionado por el proveedor para la configuración de los paneles, después abrirlo.

SE_FW_Fronius_Solar.Update_Datamanager_EN.ex, figura 5.36.

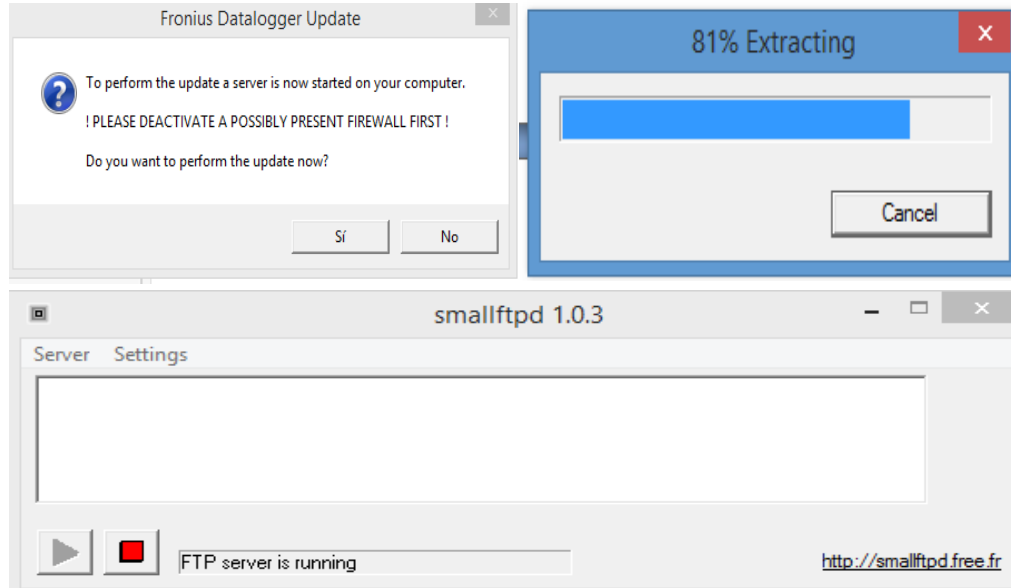


Figura 5.36 instalación de software.

5.7.3 Configuración de la IP.

Se configura la IP del servicio que se requiera monitorear en el navegador de internet, los resultados de la generación instantánea se muestran en la figura 5.37.

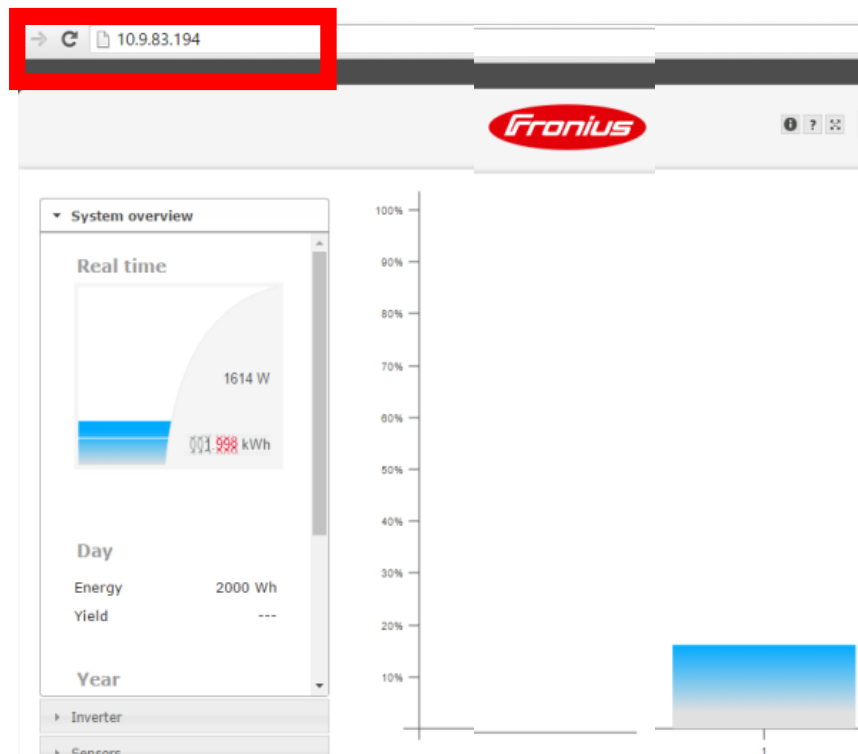


Figura 5.37 monitoreo de la generación de energía.

Seleccionar la opción Firmware update (Actualización del firmware), posteriormente Update vía LAN (Actualización vía LAN), figura 5.38.

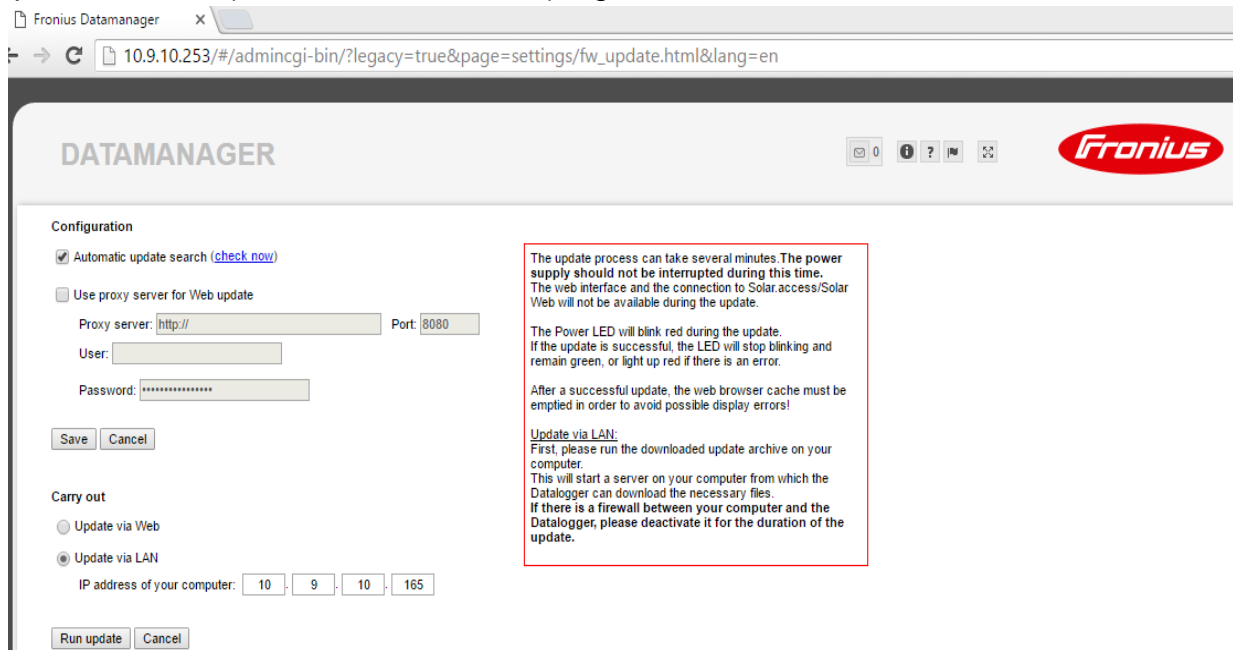


Figura 5.38 actualización del firmware y LAN.

Una vez realizada esta tarea se iniciará el proceso de actualización que puede tardar varios minutos dependiendo de la velocidad de la red, figura 5.39.

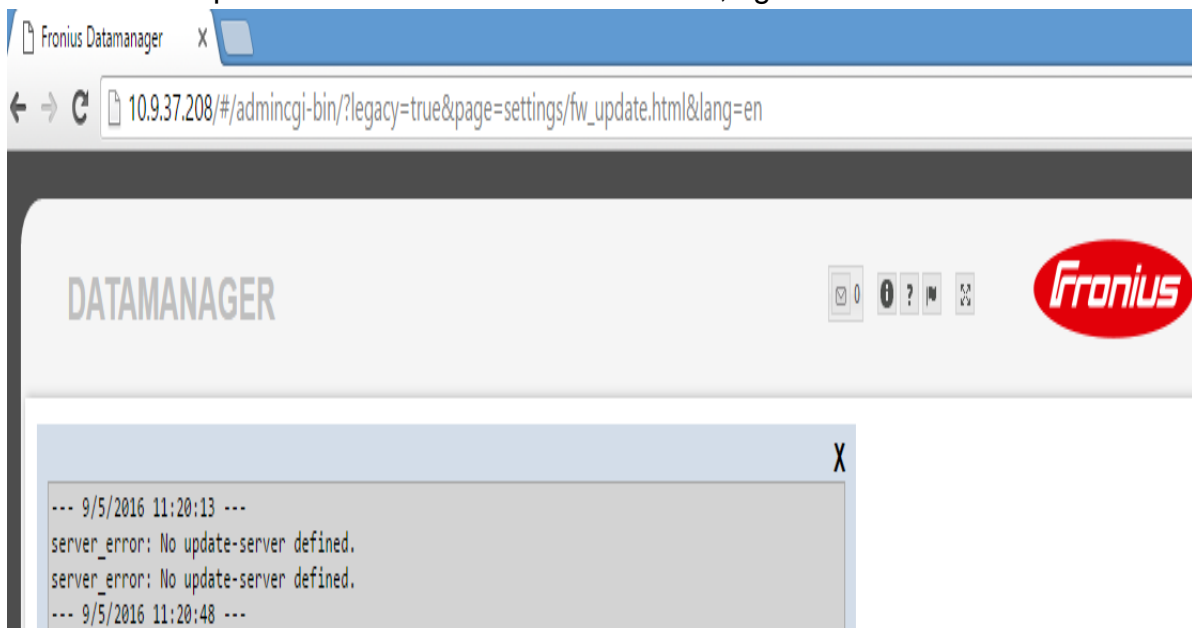


Figura 5.39 proceso de instalación de la data manager.

En parte del proceso aparecerá el mensaje (NO CONECTION TO SERVER) esto es normal; es cuando se está realizando parte de la configuración, por ello la desconexión, figura 5.40.

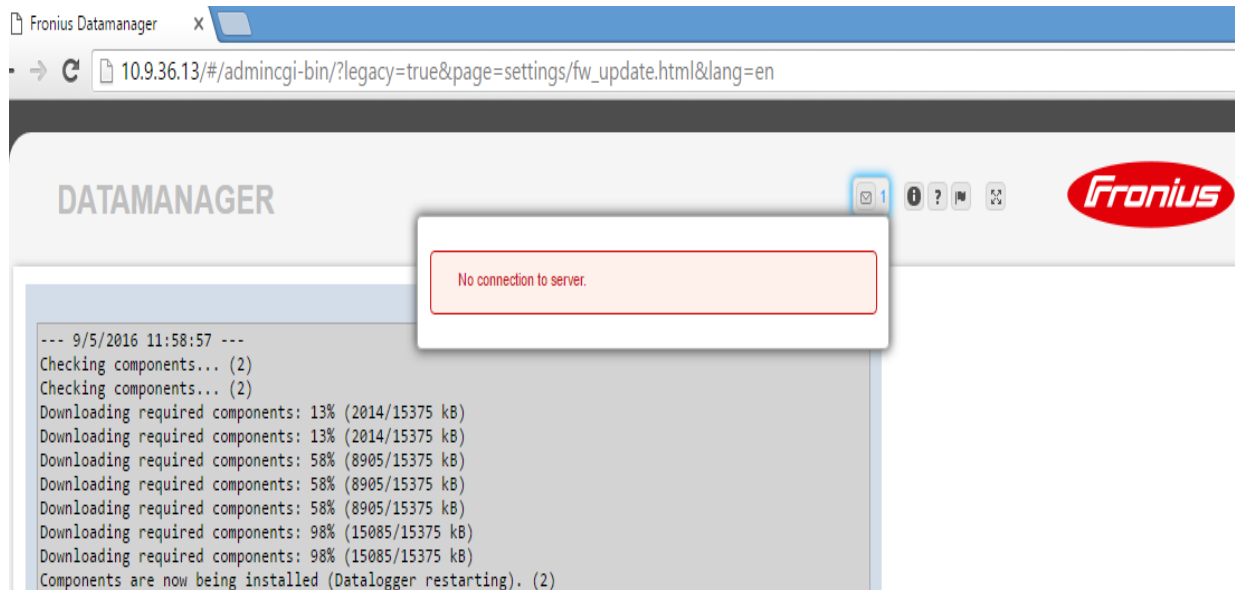


Figura 5.40 mensaje de no conexión con el servidor.

Al finalizar aparecerá el mensaje UPDATE SUCCESSFULL (actualización exitosa), figura 5.41.

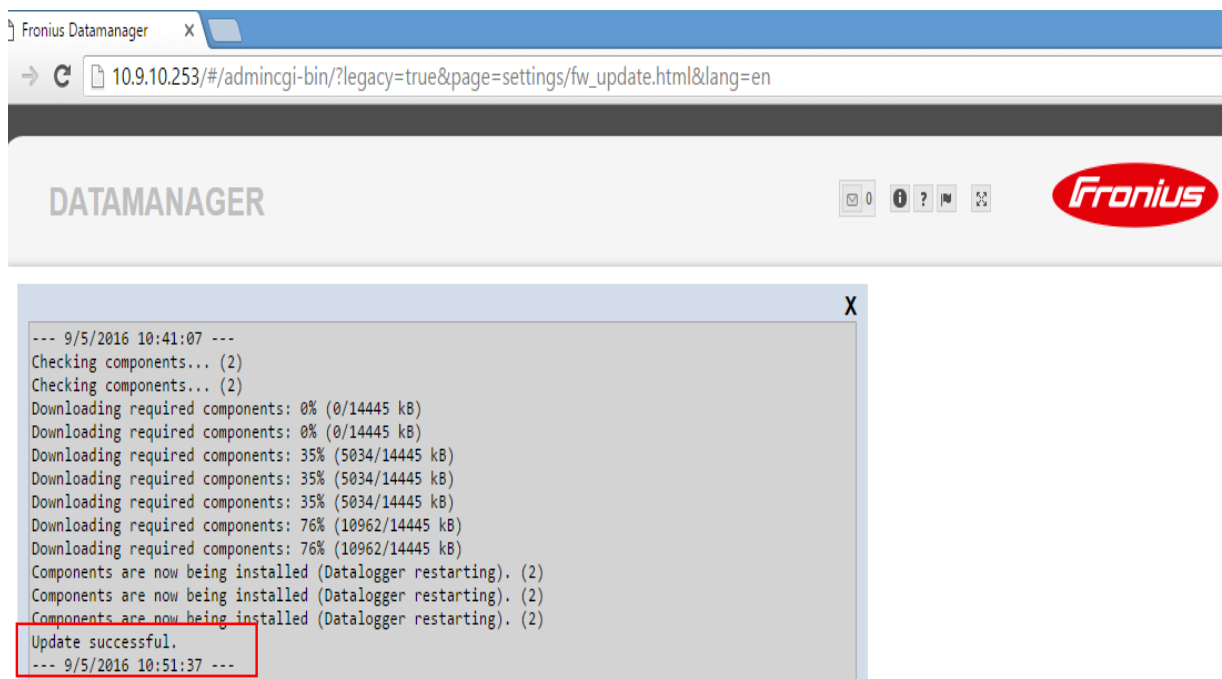


Figura 5.41 actualización exitosa.

5.7.4 Configuración de la aplicación

- En el menú ingresar a settings (ajustes).
- Ya debe estar la opción (PUSH SERVICE), seleccionar (+Add).
- Elegir la opción Errors and Events.

- Y en las celdas disponibles escribir los datos como se muestran en la siguiente imagen lo único que **cambia es la IP** en la opción (Upload file name) Fronius_LOG/**IP DESEADA**-{DATE}-{TIME}.txt, figura 5.42.

The screenshot shows the 'Settings' interface for 'Push Service'. The left sidebar contains menu items: GENERAL, PASSWORDS, INVERTERS, FRONIUS SENSOR CARDS, FRONIUS SOLAR.WEB, SERVICE MESSAGES, NETWORK, ENERGY MANAGER (highlighted in red), PUSH SERVICE, MODBUS, METER, and UC EDITOR. The main area is titled 'Push Service' and contains a '+ Add' button (highlighted in red) and a 'Delete' button. Below the '+ Add' button is a configuration form for 'Errors and Events' (State: ---). The form fields are: Name: Errors and Events (highlighted in red); Data format: SolarAPI v1 - Logdata - Errors and Events; Interval: 1 d (23:50) activated; Server:Port: 10.4.9.74:21 (highlighted in red); Upload file name: Fronius_LOG/10.9.10.253-{DATE}-{TIME}.txt (highlighted in red). There are also checkboxes for Login and Proxy, and a 'Delete' button at the bottom.

Figura 5.42 configuración de la aplicación.

Al final se da clic en el icono y listo el proceso ya termina, figura 66.

Nota. Restablecer la configuración de firewall de Windows como se tenía antes en la PC, (ya que al desactivar el firewall esta propensa a virus o podría decirse que no está protegida).

5.8 Mantenimiento a los SFV

5.8.1 Revisión de la Estructura

Verificar que la estructura de soporte se encuentre en óptimas condiciones, debido a que existen vibraciones en el sitio de instalación ocasionadas por el paso de vehículos pesados, funcionamiento de transformadores, etc. Se recomienda apretar nuevamente la estructura cada seis meses, figura 5.43.

5.8.2 Limpieza de los Módulos Solares

Se recomienda realizar una rutina de inspección semanalmente para verificar que no exista suciedad en los módulos. Si están sucios limpiar la superficie con una esponja



suave y agua, solo de ser necesario si el panel esta severamente manchado utilizar jabón. El proceso de limpieza deberá realizarse con los módulos fríos, antes de las 8:00 h o en la tarde-noche, cuando el sol se ha ocultado para evitar un choque térmico en el módulo, figura 5.44.



Figura 5.43 estructura del SFV.



Figura 5.44 limpieza de módulos fotovoltaicos.

5.8.3 Tubería y Cableado

Revisar que los ductos que transportan los cables se encuentran en buenas condiciones y no se hayan aflojado o desprendido; derivado esto de algún mal uso o debido a alguna otra incidencia, figura 5.45.

5.8.4 Revisión de Sombreados

Podar periódicamente los árboles que pudieran provocar sombra en los módulos fotovoltaicos y no permitir que se coloquen o instalen objetos cercanos que puedan ocasionar sombra entre ellos, figura 5.46.

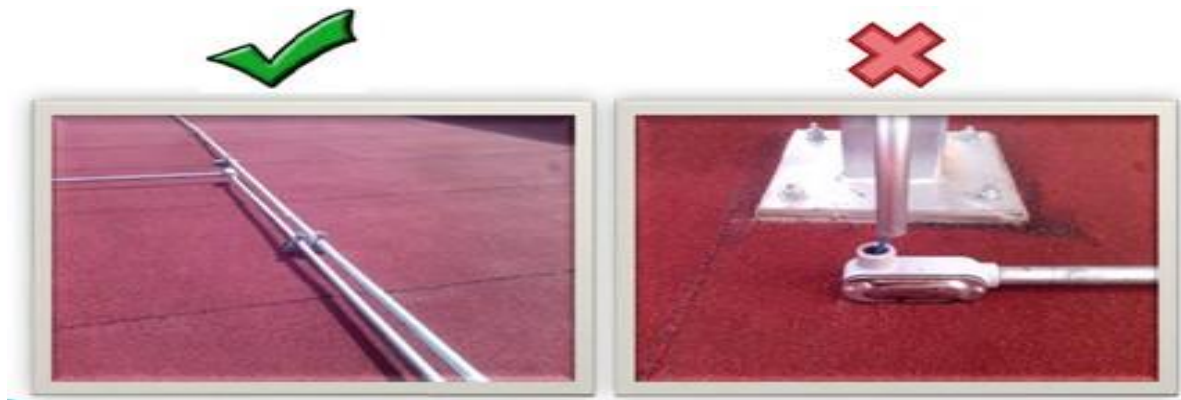


Figura 5.45 revisión de la tubería.



Figura 5.46 asegurarse que no haya objetos que provoquen sombras.

5.8.5 Revisión Eléctrica del Sistema

Cuando trabaje con el sistema, utilice siempre equipo de protección personal, como gafas protectoras, calzado dieléctrico, casco duro, guantes, arnés de seguridad y línea de vida, respete las prácticas de seguridad estándar, no porte joyas, ni lentes de contacto y utilice herramienta con aislamiento a 1000 V y ropa de algodón, figura 5.47.



Figura 5.47 equipo de seguridad.



Capítulo 6 Automatización del Monitoreo de los SFV de la DCO

En este capítulo se presenta el diagrama de operación, así como el software que se utilizó para la automatización del monitoreo de los Sistemas Fotovoltaicos, el reporte diario de la generación de energía eléctrica, alarmas a través del correo electrónico, graficas de la generación de los 43 SFV de la División Centro Oriente.

6.1 Diagrama de Operación de la automatización del Monitoreo de los SFV.

Los **paneles fotovoltaicos** transforman la radiación solar en corriente directa, el **inversor** convierte la corriente directa en corriente alterna, el equipo se compró con la **tarjeta de comunicación** (Inalámbrica y Fija) por lo que a través de una IP fija proporcionada por el departamento de comunicaciones, esta se configura para el envío de la información a un **servidor de base de datos** controlado por el departamento de Informática, se integra toda la información de los 43 SFV de la DCO, posteriormente se configuró el **servidor de correos institucional**; finalmente, se utiliza el **servidor WEB** para el funcionamiento total del sistema de monitoreo de los Paneles Fotovoltaicos, tal y como se muestra en la figura 6.1.

6.2 Software utilizado para la automatización del Monitoreo de los SFV.

A continuación, se listan los programas que se utilizaron para desarrollar este proyecto, cabe mencionar que estos programas de lenguaje son los utilizados en CFE con las licencias y permisos corporativas, para una mayor referencia de las definiciones, estas se encuentran en el anexo G.

- Lenguaje de programación interfaz web: **.NET con C#**
- Base de Datos: **Microsoft SQL Server 2008**
- Servidor Web: **IIS 7**
- Lenguaje de programación envío de correos: **PHP 5**
- Servidor de correos: **Sendmail 8.13**

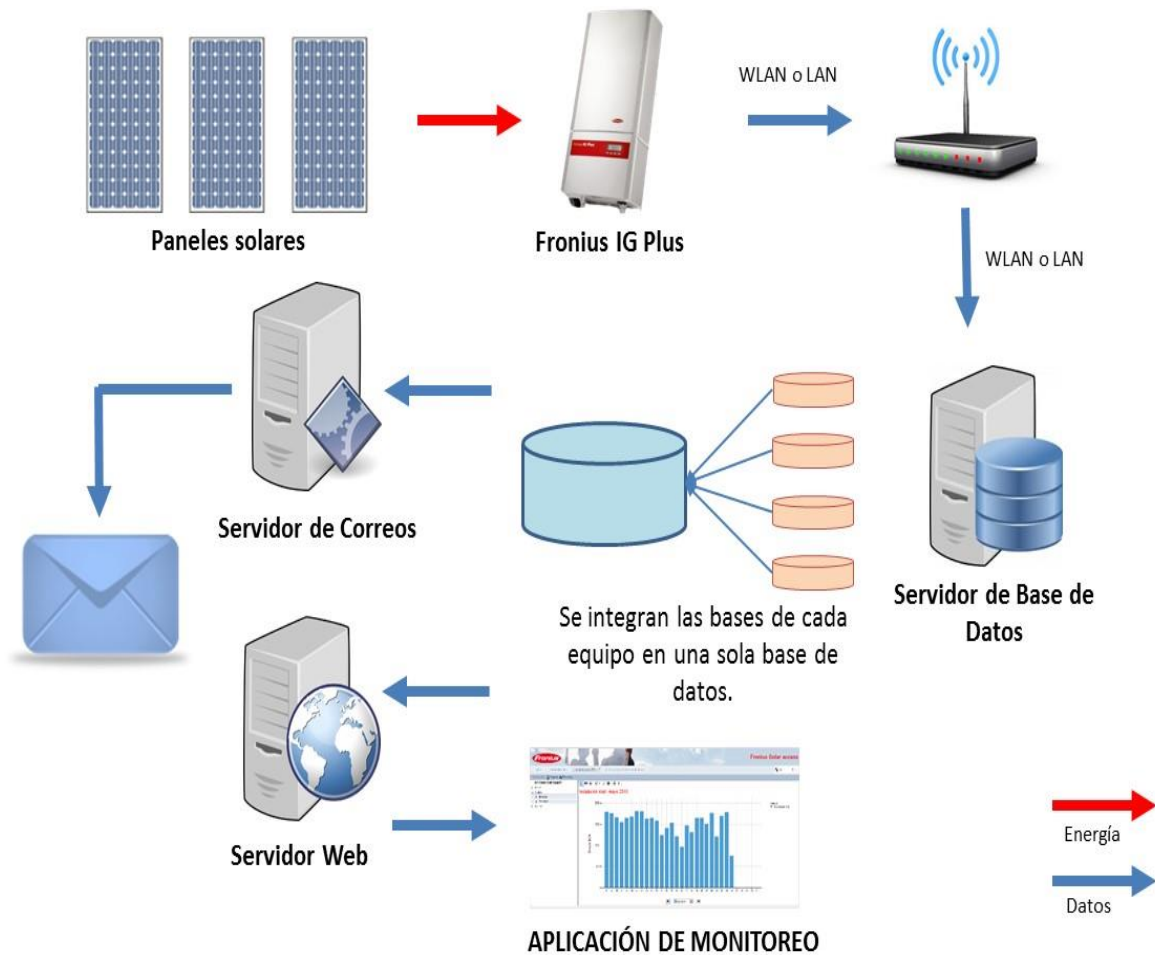


Figura 6.1 diagrama esquemático del Sistema de Monitoreo de los SFV.



Figura 6.2 Software empleado para el sistema de monitoreo.

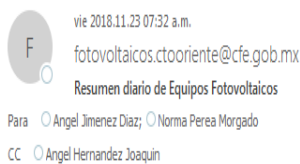


6.3 Reportes que generan la automatización del Monitoreo de los SFV.

1. Generación de energía eléctrica por inmueble, por Zona y Divisional.
2. Alarmas de los inversores, para corregirlos de inmediato.
3. Lista de Inmuebles con producción de kWh menor al 30 % de la media divisional.
4. Lista de Inmuebles con error en la comunicación.
5. Envío de alertas a los responsables de los inmuebles de cada zona de aquellos servicios con áreas de oportunidad para la atención inmediata.

6.3.1 Reporte diario de producción de kWh y alarmas a través del correo

A continuación se muestran los resultados de la automatización del monitoreo en línea de los SFV; en la figura 6.3, se presenta el reporte que se hace en forma diaria a través del correo electrónico, se configuro para que a cada responsable en la Zona les llegue el reporte a las 7:30 h, el cual consiste en una tabla resumen con los datos de: nombre del equipo, el registro permanente del usuario (RPU), la fecha del reporte, la energía generada durante el día (kWh), en la penúltima columna se muestra el % de generación de los kWh, comparado con el promedio del resto de los SFV, para que finalmente en la última columna se marque con color amarillo, aquellos SFV que estén con un porcentaje abajo del 70 % y 51 %, y en rojo los inmuebles con un dato menor al 50 % de generación de kWh, todo esto para que de inmediato se revisen físicamente los inversores y paneles fotovoltaicos y se determine el por qué de la baja generación de energía; con este reporte se puede corregir de inmediato la falla que esté presente.



Nombre Equipo	RPU	Última Fecha Actualización	KWH Día	% Producción	Nota
Suc_Bugambillas	258070607848	2018-11-22 17:25:00	33.57	74.52 %	.
Area_Bugambillas	258940704640	2018-11-22 17:25:00	49.13	109.06 %	.
Zn_PueblaOte1	219041024412	2018-11-22 17:40:00	49.99	110.97 %	.
Area_Fuertes	219930312454	2018-11-22 17:25:00	54.47	120.91 %	.
Zn_PueblaOte2	219041024412	2018-11-22 17:10:00	52.59	116.74 %	.
SE_Oriente	219960904950	2018-10-04 18:25:00	0.00	0.00 %	Verificar comunicacion con el equipo Fotovoltaico. Posible perdida de informacion en el datalogger
Cac_AguaSanta	258050406978	2018-11-22 17:45:00	29.70	65.93 %	Verificar Paneles Fotovoltaicos e Inversor para determinar y corregir la causa de la baja Produccion de KWH.

Figura 6.3 reporte de la generación diaria de cada SFV.

6.4 Gráficas de la producción de los 43 SFV de la DCO

En la figura 6.4 se reporta la generación de energía de los 43 inmuebles de la DCO en forma diaria para el mes de noviembre de 2018, en donde se puede observar que el 14 de noviembre fue un día muy nublado por el frente frío que se presentó en la república mexicana, en este caso la generación de energía eléctrica fue de 268 kWh, comparado con los días soleados 16 y 17 de noviembre, la producción de energía eléctrica fue en promedio de 1,770 kWh.

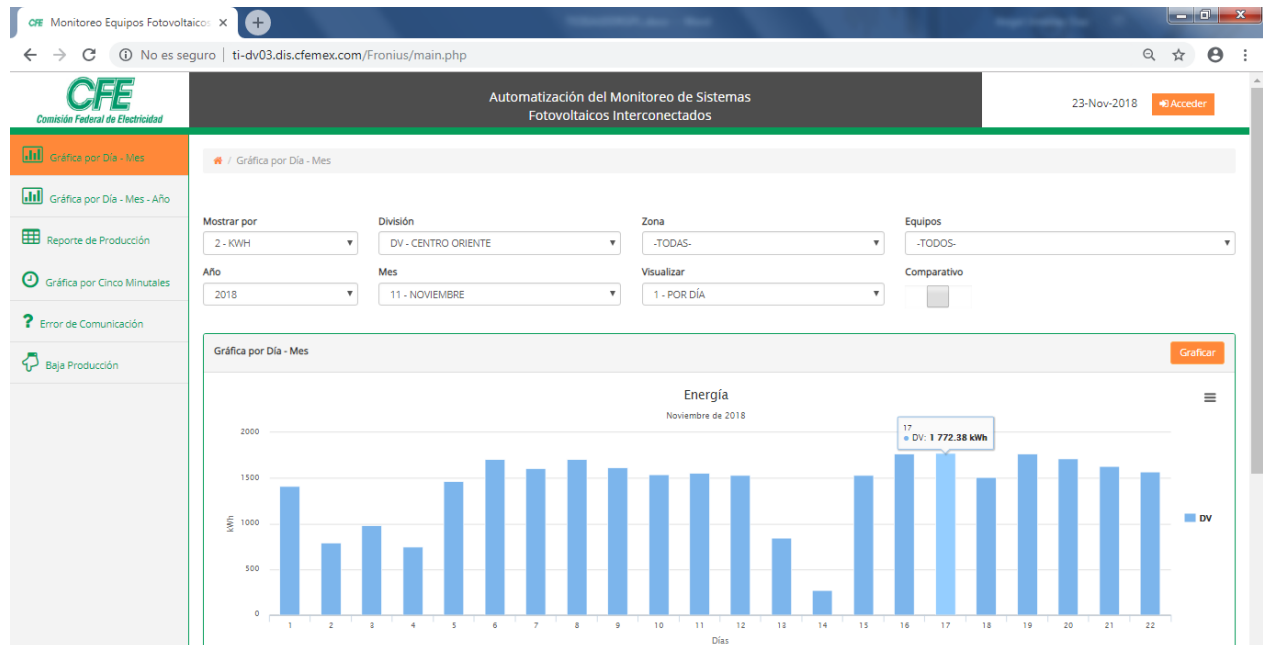


Figura 6.4 reporte de generación total para noviembre de 2018, de los 43 SFV de la DCO.

En la figura 6.5 se presenta el reporte de la generación de energía por Zona.

En la figura 6.6 se presenta las horas de radiación solar (kWh/kW = “horas Solares”) para noviembre/2018 del SFV ZN_PUEPTE2, en donde se puede observar que para un día soleado, el valor es de 5.41 h, mientras que para los días 13 y 14 de noviembre que entro el frente frío a la república mexicana estuvo nublado todo el día por lo tanto los valores fueron de 2.14 y 0.73 h respectivamente.

La figura 6.7 se presenta las horas de radiación solar (kWh/kW = “horas Solares”) por mes para 2017 del SFV ZN_PUEPTE1, en particular para el mes de abril, sin lluvias el valor es de 163 h, para septiembre que es un mes de lluvias los valores fueron de 118 h. En la figura 6.8, se demuestra que para los días soleados, el SFV del área fuertes es eficiente alcanzando una potencia máxima de generación de 8.33 kW el 17 de noviembre a las 11:45 h; para el 14 de noviembre a las 9:00 h lo máximo que genero fue 2.5 kW, ya que fue un día muy nublado y por tanto la generación de energía eléctrica fue baja. como se muestra en la figura 6.9.



Cap 6 Automatización del Monitoreo de los SFV de la DCO

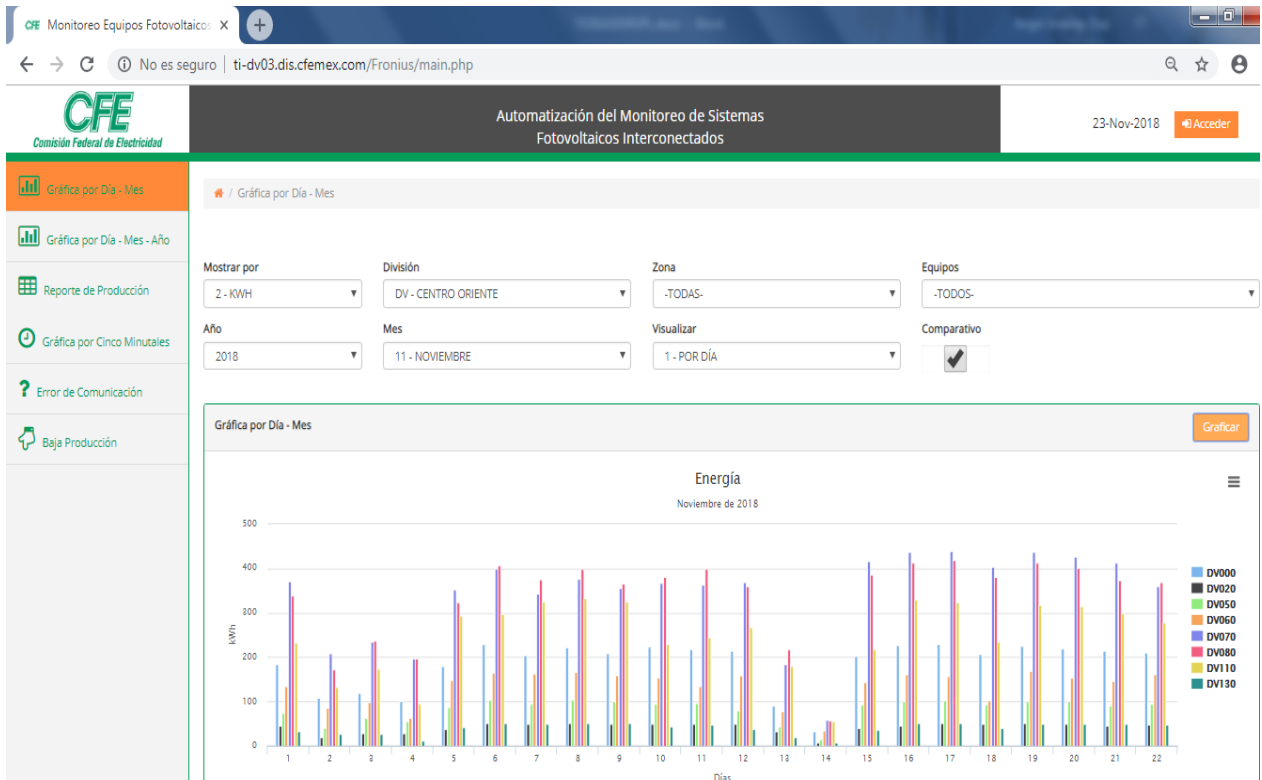


Figura 6.5 reporte de generación por Zona para nov/2018, de los 43 SFV de la DCO.

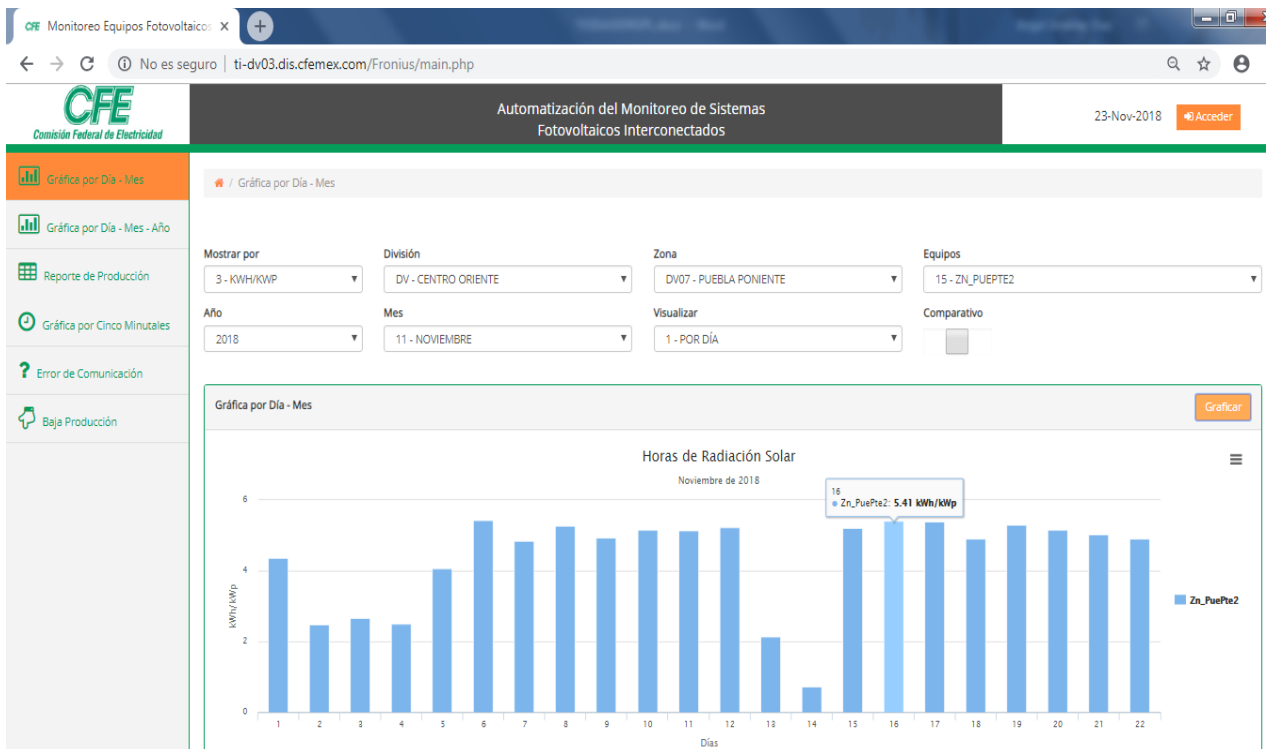


Figura 6.6 horas de radiación solar para noviembre/2018 del SFV ZN_PUEPTE2.

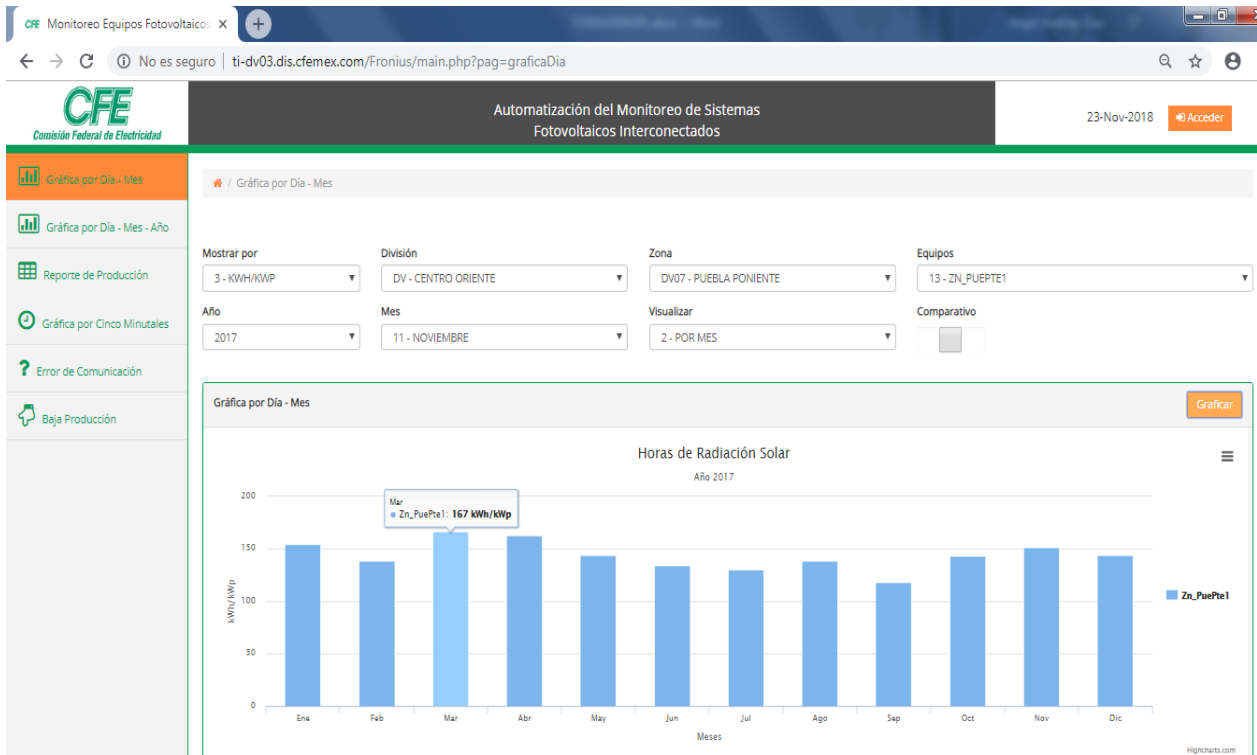


Figura 6.7 horas de radiación solar para los meses de 2017 del SFV ZN_PUEPTE1.

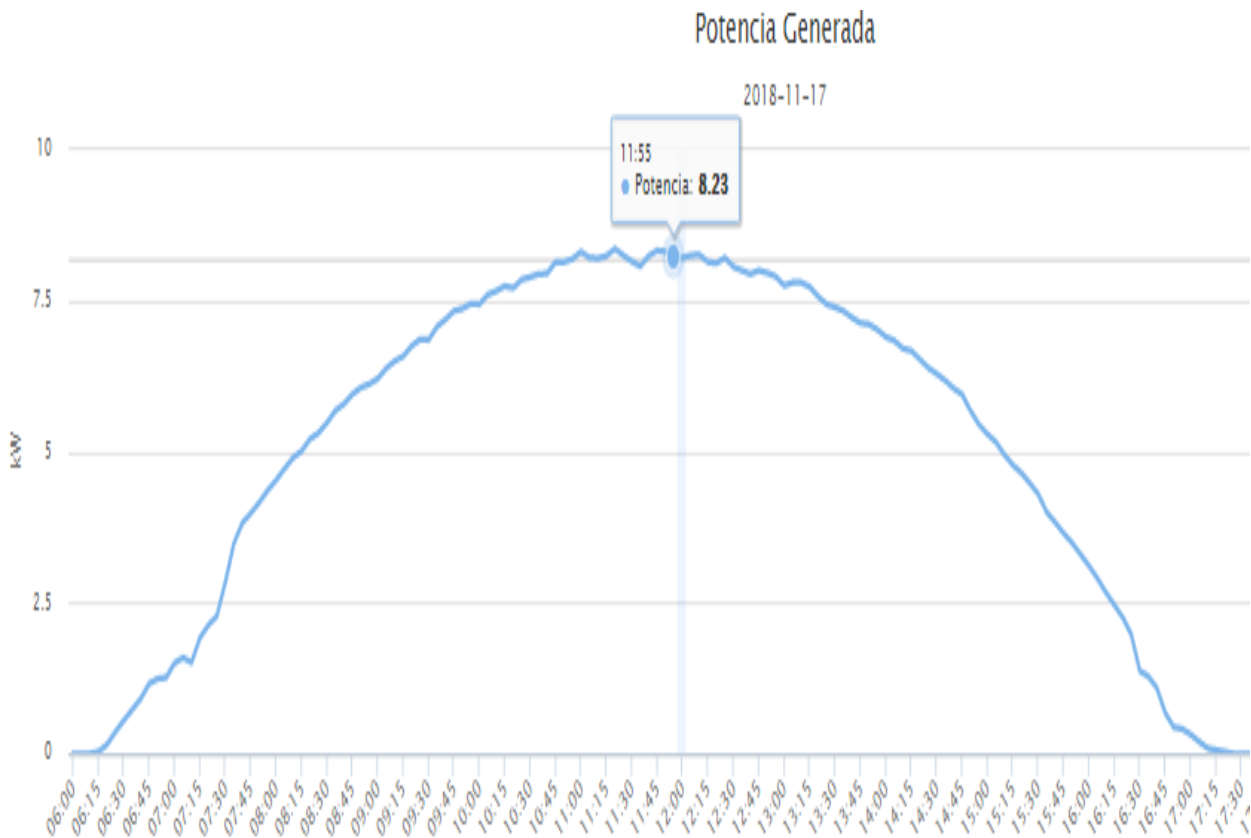


Figura 6.8 grafica de generación, día soleado

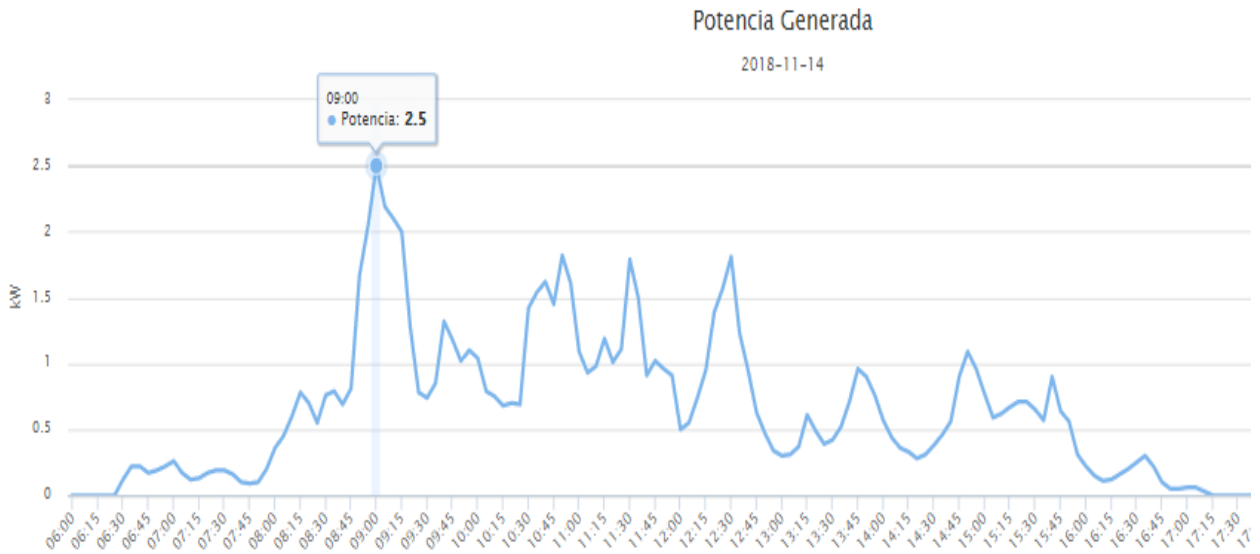


Figura 6.9 grafica de generación, día nublado.

En la figura 6.10, se presentan los resultados de la generación de energía de todos los inmuebles de la DCO, de los meses del 2017; en particular se observa que el mes con mayor generación es abril, con 70,487 kWh (2,311.5 kWh diarios) y el mes más bajo en la generación de energía eléctrica es en septiembre con 51,197 kWh (1,706.5 kWh diarios), como es un mes de lluvias hay más nubes que provocan que aproximadamente un 25 % se deje de generar energía eléctrica comparado con un mes soleado.

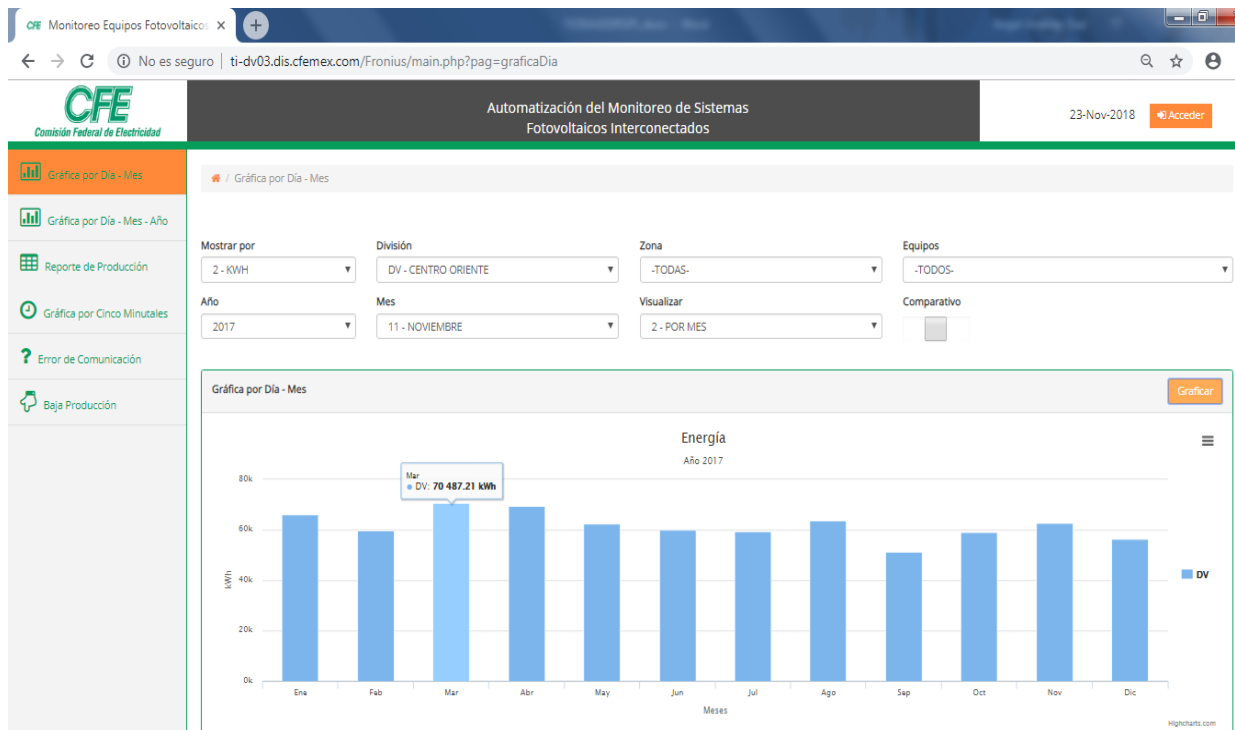


Figura 6.10 Grafica de la generación total Divisional para 2017.



En la figura 6.11, se muestra el histórico de generación de energía eléctrica de los 43 inmuebles de la DCO por año, del 2015 a lo que va del 2018.

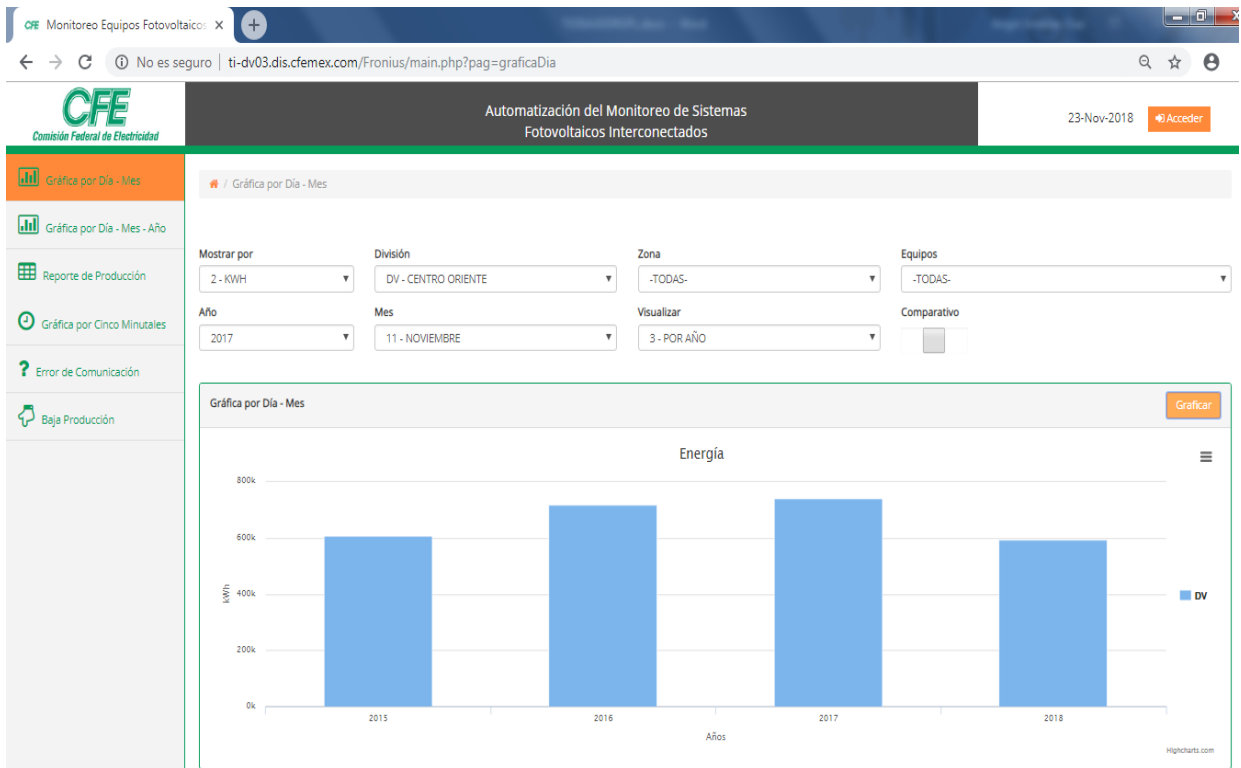


Figura 6.11 generación de energía eléctrica de los 43 SFV del 2015 al 2018.



Tabla 6.6 Resumen de generación de energía eléctrica por inmueble del 2015 al 2016.

CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2015	2016	2017	2018	TOTAL KWH
DV000	DIVISION	DV000	DIVISION	Ofic_Divisionales	10.9.1.100	49 731	52 733	53 192	48 008	203 664
DV000	DIVISION	DV000	DIVISION	UTEC	10.157.6.5	13 314	15 628	15 886	9 008	53 836
DV000	DIVISION	DV000	DIVISION	CAR	10.9.18.164	14 571	17 183	17 350	15 826	64 931
					TOTAL KWH	77 616	85 544	86 428	72 842	322 430
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV020	TLAXCALA	DV02D	HUAMANTLA	Ag_Huamantla	10.9.69.234	11 907	14 282	13 781	2 693	42 663
DV020	TLAXCALA	DV02C	ZACATELCO	Ag_Zacatelco	10.9.73.55	16 800	17 530	15 825	15 825	50 156
					TOTAL KWH	28 708	31 813	29 606	18 518	92 819
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV030	TEHUACAN	DV030	ZONA	Zn_Tehuacan	10.9.145.136	13 383	15 856	15 602	5 663	50 505
					TOTAL KWH	13 383	15 856	15 602	5 663	50 505
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV040	MATAMOROS	DV040	ZONA	Zn_Matamoros	10.9.101.230	22 367	19 308	18 253	14 030	73 957
DV040	MATAMOROS	DV04A	ATLIXCO	Ag_Atlixco	10.9.99.166	15 128	17 963	11 804	11 804	44 895
					TOTAL KWH	37 495	37 270	30 057	25 834	118 852
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV050	SAN MARTIN	DV050	ZONA	Zn_SanMartin	10.9.112.219	12 023	14 328	15 563	14 071	55 985
DV050	SAN MARTIN	DV05B	HUEJOTZINGO	Suc_Huejotzingo	10.9.115.183	14 204	14 060	18 093	16 254	62 611
					TOTAL KWH	26 228	28 388	33 656	30 325	118 596
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV060	TECAMACHALCO	DV060	ZONA	Zn_Ag_Tecamachalco	10.9.131.86	14 917	16 748	17 128	15 942	64 734
DV060	TECAMACHALCO	DV06B	LIBRES	CAC_Area_Libres	10.9.132.211	16 756	16 569	17 158	15 418	65 901
DV060	TECAMACHALCO	DV06C	EL SECO	CAC_Tepeaca	10.9.131.240	16 361	15 793	16 838	13 174	62 166
DV060	TECAMACHALCO	DV06J	TEPEJI	Ag_Tepexi	10.9.134.253	12 784	16 872	17 078	15 402	62 137
					TOTAL KWH	60 817	65 982	68 202	59 937	254 938
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV070	ZONA	Zn_PuePte2	10.9.33.20	14 400	16 638	14 736	14 992	60 766
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV070	ZONA	Zn_PuePte1	10.9.33.35	16 802	16 764	17 274	15 760	66 600
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV070	ZONA	SE_Poniente	10.9.48.27	13 356	15 146	15 320	13 184	57 006
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV070	ZONA	Cac_Angelopolis	10.9.51.184	12 672	15 327	15 710	14 123	57 832
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV070	ZONA	Suc_Pte(Angelopolis)	10.9.51.8	8 027	7 755	8 174	7 799	31 755
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV07A	NORTE	Suc_Norte	10.9.36.13	11 319	15 011	14 695	13 491	54 515
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV07B	METROPOLITANA	Suc_Metropolitana	10.9.36.142	12 947	15 328	16 066	14 568	58 908
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV07C	PONIENTE	Area_Pte	10.9.38.32	12 391	16 795	17 296	15 121	61 603
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV07C	PONIENTE	Cac_Pte	10.9.1.187	12 900	14 694	15 304	9 581	52 479
DV070	PUEBLA PONIENTE	DV07D	CHOLULA	Ag_Cholula	10.9.37.208	13 754	15 948	15 793	14 143	59 638
					TOTAL KWH	128 568	149 406	150 368	132 760	561 103
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV080	ZONA	Area_Fuertes	10.9.43.34	16 782	16 976	16 996	15 388	66 143
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV080	ZONA	Zn_PueblaOte2	10.9.86.172	13 602	16 712	17 146	15 228	62 687
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV080	ZONA	SE_Oriente	10.9.48.209	14 239	15 163	15 233	11 313	55 947
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV080	ZONA	Zn_PueblaOte1	10.9.86.171	13 200	16 723	17 068	15 227	62 218
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV08A	BUGAMBILIAS	Area_Bugambilias	10.9.46.99	13 599	16 228	16 238	14 056	60 120
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV08A	BUGAMBILIAS	Suc_Bugambilias	10.9.85.29	13 200	16 251	16 956	11 355	57 761
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV08C	HUMBOLDT	Cac_Ote	10.9.42.37	12 865	17 007	17 384	15 171	62 428
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV08E	AGUA SANTA	Cac_AguaSanta	10.157.83.74	12 504	15 059	14 792	12 598	54 953
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV08F	AMOZOC	Cac_Amozoc	10.157.85.115	12 822	16 104	15 169	14 682	58 777
DV080	PUEBLA ORIENTE	DV08C	HUMBOLDT	Cac_Chapulco	10.9.85.58	17 178	17 319	17 319	17 319	43 711
					TOTAL KWH	139 990	163 542	164 301	142 335	584 745
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV110	PACHUCA	DV110	ZONA	Zn_Pachuca2	10.9.187.121	15 940	16 466	17 837	16 421	66 663
DV110	PACHUCA	DV110	ZONA	Zn_Pachuca3	10.9.187.122	14 034	16 117	16 559	16 876	63 586
DV110	PACHUCA	DV110	ZONA	CFE_AutosCubitos	10.157.179.245	14 833	16 641	17 560	16 101	65 134
DV110	PACHUCA	DV110	ZONA	SE_PIR 85 KV	10.9.188.121	12 391	7 818	13 663	2 904	36 776
DV110	PACHUCA	DV110	ZONA	Zn_Pachuca1	10.9.176.21	14 954	16 160	16 860	15 627	63 600
DV110	PACHUCA	DV110	ZONA	Zn_Pachuca4	10.9.187.124	14 431	15 987	16 829	15 462	62 709
DV110	PACHUCA	DV11A	PACHUCA	Cac_Pachuca	10.157.179.117	15 451	16 403	17 544	15 777	65 176
DV110	PACHUCA	DV110	ZONA	CFE_AutosStajulia	10.157.181.149	5 000	9 877	7 639	7 639	22 516
					TOTAL KWH	107 033	115 469	124 490	106 807	446 160
CLAVE ZONA	ZONA	CLAVE AGENCIA	AGENCIA	EQUIPO	IP	2 015	2 016	2 017	2 018	TOTAL KWH
DV130	TULA	DV130	ZONA	Zn_Tula	10.9.161.194	26 033	31 162	33 797	26 225	117 216
					TOTAL KWH	26 033	31 162	33 797	26 225	117 216
					TOTAL KWH DIVISION	645 872	724 432	740 450	621 245	2 667 364



Conclusiones

1. La automatización del monitoreo permitió que se corrigieran las fallas que provocan la baja o nula generación de energía eléctrica en **tiempo y forma**, mejorando la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos de la División Centro Oriente, motivo de este trabajo.
2. El sistema de monitoreo en línea lleva funcionando 3 años, por lo que se ha dejado de perder el equivalente a \$ 250,000.00 pesos (124,650 kWh), y se ha evitado emitir a la atmosfera 51 toneladas de CO₂.
3. Esta experiencia en la automatización del monitoreo y por la vida útil de los SFV (15 años), la proyección en ahorros es de: \$ 1,246,500.00 pesos; el equivalente en energía es de 623,250 kWh, y 255 toneladas de CO₂.
4. Actualmente se están monitoreando los 43 SFV de la División Centro Oriente y se están haciendo pruebas con un SFV de la División Sureste con la finalidad de implementarlo en las otras 15 Divisiones de CFE.
5. En el capítulo 3 se describe en una manera sencilla el procedimiento legal para la elaboración de los contratos de interconexión en pequeña y mediana escala, así como la interpretación de la bolsa de energía.
6. Los detalles presentados en este trabajo facilitan el proceso de compra, instalación y puesta en operación de un sistema fotovoltaico para mediana escala.
7. En el capítulo 5 se documentaron los pasos a seguir para detectar y corregir las fallas más elementales de un sistema fotovoltaico.
8. Con las ventajas de la Reforma Energética, la División Centro Oriente ahora como empresa productiva del estado está en la posibilidad de ofrecer este servicio al público en general con costos competitivos, siendo una forma de generar ingresos a la empresa.

Trabajos Futuros

Es un trabajo ya terminado con datos y resultados reales, este sistema de automatización está diseñado para ser escalable, el servicio de monitoreo de los sistemas fotovoltaicos se puede ofrecer a las otras 15 divisiones de CFE y al público en general.

Trabajos Publicados

En el 2014 se presentó a la comunidad científica el proyecto “Energías Renovables y Sustentabilidad en Inmuebles de CFE” en la Reunión de Verano de Potencia 2014 (RVP-2016). Una copia del reconocimiento es visto en el Anexo A.

En el 2016 se presentó a la comunidad científica los primeros resultados de esta tesis en la Reunión de Verano de Potencia 2016 (RVP-2016). Una copia del reconocimiento es visto en el Anexo B.



Certificación

El 21 de julio de 2016 se obtuvo la certificación en instalación de Sistemas Fotovoltaicos en residencia, comercio e industria, por el Consejo Nacional de Normalización de Competencias Laborales, (Anexo C).



Referencias

- [1] L. M. Alvarado, Diplomado de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía " Energías Renovables" octubre 2015, CFE-UPAEP-PAESE.
- [2] Fronius (<https://www.manualslib.com/manual/1102492/Fronius-Ig-Plus-3-0-1.html>)
- [3] QMAX Energías Renovables junio 2016 (<https://www.qmax.com.ar/que-es-un-inversor-de-corriente/>)
- [4] Forbes México, Energía Solar Fotovoltaica, agosto 2017 (<https://www.forbes.com.mx/energia-solar-fotovoltaica/>).
- [5] Procedimiento para la atención de solicitudes de interconexión de centrales eléctricas y de generación distribuida, junio 2018 (<http://www.dof.gob.mx/>).
- [6] E. T. Ramírez, Programa de ahorro de energía " Distorsión Armónica".
- [7] Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética, noviembre de 2008, (<http://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf>).
- [8] Resolución de la CRE, RES/003/2011, febrero 2011 (https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5178907&fecha=22/02/2011).
- [9] PROSEDEN (<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/>).
- [10] Resolución de la CRE, RES/142/2017, marzo 2017.
- [11] Especificación de CFE "CFE-G0100-04.
- [12] NOM-001 SEDE 2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización).
- [13] Fuentes: Actualización de los Mapas de Irradiación Global solar en la República Mexicana (R. Almanza S., E. Cajigal R., J. Barrientos A. 1997) Reportes de insolación de México. Southwest Technology Development Institute, NMSU, 1999.
- [14] Reporte del Registro Nacional de Emisiones (http://www.geimexico.org/image/2015/aviso_factor_de_emision_electrico%202014%20Semarnat.pdf).
- [15] Costos de Tarifas Eléctricas en CFE Suministro Básico (https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp).
- [16] Diodos de Protección (<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/modulo-fotovoltaico-caja-conexiones-diodos-proteccion-bypass/>).



-
- [17] Semiconductores Intrínsecos y Dopados (<https://es.slideshare.net/HctorChireRamrez/semiconductores-intrinsecos-y-dopados-25767431>).
- [18] Célula fotovoltaica (<https://www.mrwatt.eu/es/content/come-funziona-una-cella-solare>).
- [19] Arreglo de paneles fotovoltaicos. (<https://slideplayer.es/slide/1078130/>).
- [20] Interpretación de ficha técnica de un panel fotovoltaico (<https://www.iluminet.com/modulos-fotovoltaicos-hoja-datos-solar/>).
- [21] Firewall lógico-físico (<http://virus6ainfo.blogspot.com/>)



ANEXO A



OTORGAR EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

ANGEL JIMENEZ DIAZ

POR SU AMABILISIMA PARTICIPACION EN LA:


**Vigesimaseptima Reunión Internacional de Verano de Potencia,
Aplicaciones Industriales y Exposición Industrial**

RVP-AI / 2014

**NUEVOS HORIZONTES
PARA EL SECTOR ELECTRICO**

CON LA CONFERENCIA:

ENERGIAS RENOVABLES Y SUSTENTABILIDAD EN INMUEBLES DE GFE


ING. JUAN BAUTISTA FLORES
PRESIDENTE IEEE SECCION MEXICO
20 AL 26 DE JULIO 2014, ACAPULCO, GUERRERO

THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC.



ANEXO B



OTORGIA EL PRESENTE:

RECONOCIMIENTO

ING. ANGEL JIMENEZ DIAZ

POR SU AMABILÍSIMA PARTICIPACIÓN EN LA:

**Vigésimanovena Reunión Internacional de Verano de Potencia,
Aplicaciones Industriales y Exposición Industrial**

RVP-AI / 2016

**EL MERCADO ELECTRICO MAYORISTA
EN BENEFICIO DE MEXICO**

CON LA CONFERENCIA:

**AUTOMATIZACION DEL MONITOREO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
INTERCONECTADOS A LA RED DE DISTRIBUCION**

ING. RENE TRÉJO ORDUÑA
PRESIDENTE IEEE SECCION MEXICO
17 AL 23 DE JULIO 2016, ACAPULCO, GUERRERO

THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, INC.



ANEXO C



El Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales



Otorga

≡ **ANGEL JIMENEZ DIAZ**

con Clave Única de Registro de Población: JIDA700117HPLMZN05

Certificado de Competencia Laboral
en el Estándar de Competencia

**Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia,
comercio e industria.**

Inscrito en el Registro Nacional de Titulares de Competencias con clave: EC0586
Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha: 17 de junio de 2015

Entidad de Certificación y Evaluación

**CAMARA MEXICANO ALEMANA DE COMERCIO E
INDUSTRIA A.C.**



El presente se expide en México, D.F., a 21 de julio de 2016

Alberto Almaguer Rocha
Director General del CONOCER

Folio CONOCER: 04066216

NO. 411511

COMITÉ DE GESTIÓN POR COMPETENCIAS
DE COMERCIO, INDUSTRIA Y SERVICIOS DE BAJA CALIFORNIA
COMITÉ DE GESTIÓN POR COMPETENCIAS
DE ENERGÍA RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA
COMITÉ DE GESTIÓN POR COMPETENCIAS
DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES

ESTE CERTIFICADO ES VÁLIDO EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, NO REQUIERE TRÁMITES ADICIONALES DE LEGALIZACIÓN



ANEXO D

Tabla 6.7 Insolación global media inclinación a latitud en México en kWh/m²-Día.

Estado	Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Min	Max	Med
Aguascalientes	Aguascalientes	4.5	5.2	5.9	6.6	7.2	6.3	6.1	5.9	5.7	5.1	4.8	4.0	4.0	7.2	5.6
Baja CaliforniaSur	La Paz	4.4	5.5	6.0	6.6	6.5	6.6	6.3	6.2	5.9	5.8	4.9	4.2	4.2	6.6	5.7
Baja California	Mexicali	4.1	4.4	5.0	5.6	6.6	7.3	7.0	6.1	6.1	5.5	4.5	3.9	3.9	7.3	5.5
Baja California	San Javier	4.2	4.6	5.3	6.2	6.5	7.1	6.4	6.3	6.4	5.1	4.7	3.7	3.7	7.1	5.5
Baja California Sur	S. José del Cabo	5.0	5.6	5.8	5.9	6.9	6.1	5.8	6.2	5.8	5.8	5.2	4.4	4.5	6.3	5.7
Campeche	Campeche	4.8	5.7	6.0	5.3	5.4	4.9	4.9	5.3	5.2	5.4	5.0	4.3	4.4	6.0	5.2
Chiapas	Arriaga	5.1	5.4	5.5	5.9	5.6	5.2	5.9	5.5	5.1	5.3	5.1	4.7	4.7	5.9	5.4
Chiapas	Juan Aldama	4.4	5.1	4.9	4.5	4.5	4.1	4.4	4.5	4.1	4.3	4.4	4.2	4.1	5.1	4.5
Chiapas	San Cristóbal	4.0	4.3	4.5	4.5	4.8	4.7	5.4	5.3	4.6	4.2	3.9	3.7	3.7	5.4	4.5
Chiapas	Tapachula	5.4	4.9	4.8	4.6	4.7	4.7	5.2	5.1	4.6	4.1	4.3	4.1	4.1	5.4	4.7
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	3.8	4.4	4.6	4.8	5.3	5.1	5.4	5.3	4.9	4.4	4.1	3.7	3.7	5.4	4.7
Chihuahua	Chihuahua	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.4	6.4	6.5	6.8	6.8	6.0	5.2	5.3	8.9	5.9
Chihuahua	Guachochi	3.3	3.5	3.9	4.4	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.1	4.9	4.4	3.3	6.9	6.4
Chihuahua	Cd. Juárez	6.0	7.2	7.3	7.3	6.9	6.5	6.3	6.5	6.8	7.4	6.6	5.9	5.9	7.4	6.7
Coahuila	Piedras Negras	3.1	3.6	4.2	4.5	4.8	6.0	6.7	6.3	4.9	4.1	3.3	2.9	2.9	6.7	4.5
Coahuila	Saltillo	3.8	4.2	4.8	5.1	5.6	5.9	5.9	5.6	5.2	4.4	3.6	3.3	3.3	5.9	4.8
Colima	Colima	4.4	5.1	5.3	5.8	6.0	5.2	4.9	5.0	4.6	4.4	4.4	3.9	3.9	6.0	4.9
D.F.	Tacubaya	5.4	6.0	6.4	5.9	5.3	5.1	4.5	4.9	4.5	4.8	5.2	5.2	4.5	6.4	5.3
Durango	Durango	4.4	5.4	6.5	7.0	7.5	6.8	6.0	5.6	5.7	5.1	4.8	3.9	3.9	7.5	5.7
Guanajuato	Guanajuato	4.4	5.1	6.1	6.3	6.6	6.0	6.0	5.9	5.8	5.2	4.8	4.6	4.4	6.6	5.6
Guerrero	Acapulco	4.8	5.3	6.1	5.9	5.6	5.1	5.3	5.4	4.9	5.2	5.0	4.7	4.7	6.1	5.3
Guerrero	Aguas Blancas	5.8	5.9	6.0	5.8	5.8	5.4	5.6	5.8	5.5	5.6	5.5	5.5	5.4	6.0	5.7
Guerrero	Chilpancingo	4.1	4.5	4.9	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.8	5.2	4.7
Hidalgo	Pachuca	4.6	5.1	5.6	6.8	6.0	5.7	5.9	5.8	5.3	4.9	4.6	4.2	4.2	6.8	5.4
Jalisco	Colotlán	4.6	5.7	6.5	7.5	8.2	6.6	5.8	5.6	5.8	5.3	4.9	4.1	4.1	8.2	5.9
Jalisco	Guadalajara	4.6	5.5	6.3	7.4	7.7	5.9	5.3	5.3	5.2	4.9	4.8	4.0	4.0	7.7	5.6
Jalisco	L. de Moreno	4.5	5.3	6.1	6.7	7.2	6.1	5.8	5.6	5.5	5.0	4.7	4.0	4.0	7.2	5.5
Jalisco	Puerto Vallarta	5.2	5.7	6.0	5.8	5.7	5.5	5.6	5.7	5.5	5.6	5.2	4.7	4.7	6.0	5.5
México	Chapingo	4.5	5.1	5.6	5.8	5.9	5.4	5.2	5.2	5.0	4.7	4.6	3.9	3.9	5.9	5.1
Michoacán	Morelia	4.2	4.9	5.5	5.8	5.9	5.2	5.0	5.1	4.9	4.6	4.3	3.7	3.7	5.9	4.9
Nayarit	Tepic	3.9	4.3	4.8	5.5	6.1	5.3	4.9	5.3	4.4	4.4	4.0	4.8	3.9	6.1	4.8
Nuevo León	Monterrey	3.2	3.6	4.1	4.3	4.8	5.5	6.1	5.6	5.0	3.8	3.3	3.0	3.0	6.1	4.4
Oaxaca	Oaxaca	4.9	5.7	5.8	5.5	6.0	5.4	5.9	5.6	5.0	4.9	4.8	4.4	4.4	6.0	5.3
Oaxaca	Salina Cruz	5.4	6.3	6.6	6.4	6.1	5.0	5.6	5.9	5.2	5.9	5.7	5.2	5.0	6.6	5.8
Puebla	Puebla	4.9	5.5	6.2	6.4	6.1	5.7	5.8	5.8	5.2	5.0	4.7	4.4	4.4	6.4	5.5
Querétaro	Querétaro	5.0	5.7	6.4	6.8	6.9	6.4	6.4	6.4	6.3	5.4	5.0	4.4	4.4	6.9	5.9
QuintanaRoo	Chetumal	3.9	4.7	5.4	5.7	5.3	4.7	4.9	5.0	4.5	4.4	4.0	3.7	3.7	5.7	4.7
QuintanaRoo	Cozumel	3.9	4.6	5.3	5.7	5.2	4.8	4.9	4.9	4.6	4.4	4.0	3.8	3.8	5.7	4.7
San Luis Potosí	Río Verde	3.6	4.0	4.6	4.9	5.4	5.6	5.8	5.8	5.1	4.3	3.7	3.3	3.3	5.8	4.7
San Luis Potosí	San Luis Potosí	4.3	5.3	5.8	6.4	6.3	6.1	6.4	6.0	5.5	4.7	4.2	3.7	3.7	6.4	5.4
Sinaloa	Culiacán	3.6	4.2	4.8	5.4	6.2	6.2	5.4	5.1	5.2	4.6	4.2	3.4	3.4	6.2	4.9
Sinaloa	Los Mochis	4.9	5.4	5.8	5.9	5.8	5.8	5.3	5.5	5.5	5.8	4.9	4.3	4.3	5.9	5.4
Sinaloa	Mazatlán	3.9	4.8	5.4	5.7	5.7	5.6	4.8	4.9	4.7	5.0	4.5	3.9	3.9	5.7	4.9
Sonora	Ciudad Obregón	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.7	6.4	6.5	6.8	7.3	6.0	5.2	5.3	7.26	6.5
Sonora	Guaymas	4.5	5.7	6.5	7.2	7.3	6.8	5.9	5.8	6.3	5.9	5.1	5.6	4.5	7.3	6.0
Sonora	Hermosillo	4.0	4.6	5.4	6.6	8.3	8.6	6.9	6.6	6.7	6.0	4.7	3.9	3.9	8.6	6.0
Tamaulipas	Soto la Marina	3.4	4.2	4.9	4.9	5.1	5.3	5.4	5.4	4.9	4.6	3.7	3.2	3.2	5.4	4.6
Tamaulipas	Tampico	3.3	4.1	4.7	6.4	5.0	4.9	4.9	4.9	4.6	4.6	3.7	3.2	3.2	6.4	4.5
Tlaxcala	Tlaxcala	4.6	5.1	5.5	5.4	5.6	5.2	5.3	5.2	5.1	4.9	4.7	4.0	4.0	5.6	5.1
Veracruz	Córdoba	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4	4.6	4.5	4.1	3.5	3.1	2.8	2.8	4.6	3.7
Veracruz	Jalapa	3.2	3.5	3.8	4.3	4.6	4.4	4.9	5.0	4.4	3.7	3.3	3.0	3.0	5.0	4.0
Veracruz	Veracruz	3.7	4.5	4.9	5.1	5.1	4.8	4.7	5.1	4.6	4.8	4.1	3.6	3.6	5.1	4.6
Yucatán	Mérida	3.7	4.0	4.6	5.2	5.7	5.5	5.7	5.5	5.0	4.2	3.8	3.4	3.4	5.7	4.7
Yucatán	Progreso	4.1	4.9	5.4	5.5	5.3	5.1	5.3	5.3	5.0	5.0	4.4	4.0	4.0	5.5	4.9
Yucatán	Valladolid	3.7	4.1	3.1	5.4	5.7	5.3	5.4	5.4	4.9	4.2	3.8	3.5	3.1	5.7	4.5
Zacatecas	Zacatecas	4.9	5.7	6.6	7.5	7.8	6.2	6.2	5.9	5.4	4.8	4.8	4.1	4.1	7.8	5.8



ANEXO E

SILVANTIS® F330 MODULE

SunEdison is a recognized authority on silicon technology and manufacturing processes developed through more than 50 years of experience. With our vertically-integrated business model, SunEdison delivers best-in-class solar modules by continuously leveraging new technology and manufacturing techniques that maximize efficiency, minimize cost, and extend product lifetime.

Our Silvantis® solar modules address our core strategy to deliver high power energy solutions at the lowest cost per watt.

SunEdison Silvantis solar module family continues our tradition of excellence by delivering the highest levels of performance worldwide.

SunEdison is dedicated to providing local, responsive customer service.



HIGH EFFICIENCY 3 BUSBARS

Built with advanced wafer technology for uniform resistivity and maximum efficiency.



QUALITY

Manufactured in highly automated, state-of-the-art facilities certified to ISO 9001 and ISO 14001.



RELIABLE AND ROBUST DESIGN

1000 V UL by CSA, high-quality materials, ARC glass, and high-load capability are part of each module.

KEY FEATURES

- Cz p-type monocrystalline cells for highest conversion efficiencies
- Positive power tolerance provides increased power output
- Tempered glass with Anti-Reflective Coating (ARC) for higher energy production
- PID Resistant
- Withstands loads up to 5400 Pa as tested to IEC standards
- Non-corroding anodized aluminum frame

QUALITY & SAFETY

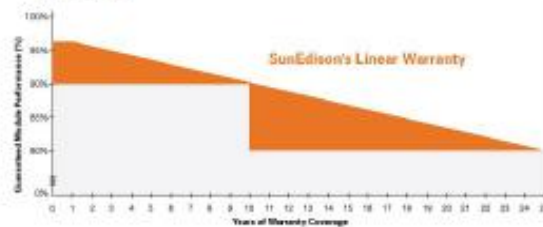
- IEC certified by TÜV SÜD:
 - 61215 ensuring long-term operation in a variety of climates
 - 61730 to ensure electrical safety
 - 61701 Level 1 salt mist corrosion resistant for coastal and agricultural regions
- Automotive grade TS16949 & AQL Level II-0.4 manufacturing quality
- UL 1703 (1000 V) listed by CSA for US and Canada
- MCS certified by BABT for the UK (pending)

WARRANTY INFORMATION

- 10-year limited warranty for materials and workmanship
- 25-year linear power warranty with coverage for power loss greater than 3.5% in the first year and 0.7% degradation per year thereafter
- Backed by SunEdison

MODULE FAMILY

- F310ByC F315ByC
- F320ByC F325ByC
- F330ByC F335ByC





ANEXO F

/ Sistemas de Carga de Baterías / Tecnología de Soldadura / Electrónica Solar



FRONIUS IG PLUS V

/ El todoterreno con el máximo rendimiento



/ Fronius
Datamanager MDM™



/ Conexión de red
a través de AP



/ Concepto de respaldo
de energía (backup)



/ Interfaz WLAN



/ Preparado
para Smart Grids



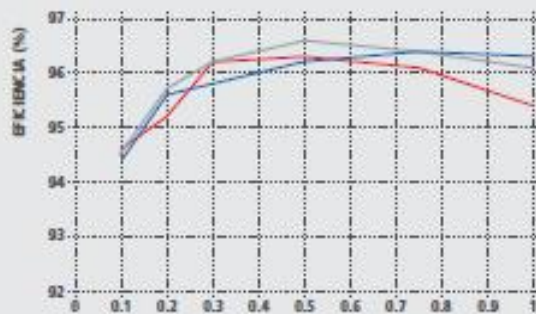
EL TODOTERRENO CON EL MÁXIMO RENDIMIENTO. CONFIABLE, VANGUARDISTA Y LISTO PARA REDES INTELIGENTES.

/ La generación de inversores Fronius IG Plus V es la evolución de la probada familia Fronius IG. Rangos de potencia entre 3 y 12 kW garantiza su adecuación para cualquier tamaño de instalación. Con un rendimiento máximo del 95,9%, la serie Fronius IG Plus V alcanza uno de los valores más altos entre los inversores con transformador.

PREPARADO PARA EL FUTURO

/ Fronius IG Plus V: el inversor con la más modernas características de comunicación en el mercado, gracias a numerosas nuevas funciones en el Fronius Datamanager. Usando la conexión a internet opcional WLAN, usted puede saber como su sistema PV se desempeña en todo momento. El rango de inversores de Fronius IG Plus V está listo para la red inteligente de mañana. Funciones de respaldo de red, conocidas como "Advanced Grid Features" (características avanzadas de red), ayudan a maximizar el rendimiento del sistema fotovoltaico y proveen de una operación estable de red. Categorías de potencia desde 3 hasta 12 kW cubren todos los tamaños de sistemas. El Fronius Datamanager puede ser integrado a los inversores Fronius IG Plus V en cualquier momento.

FRONIUS IG PLUS V 12.0-3 MP2277 CURVA DE EFICIENCIA



POTENCIA NOMINAL DE SALIDA Pac

■ 230 V ■ 380 V ■ 480 V

FRONIUS IG PLUS V DISMINUCIÓN DE TEMPERATURA



TEMPERATURA AMBIENTE (°C/°F)

■ 230 V ■ 380 V ■ 480 V



DATOS TÉCNICOS: FRONIUS IG PLUS V

DATOS DE ENTRADA	3.0-1 <small>UNI</small>	3.8-1 <small>UNI</small>	5.0-1 <small>UNI</small>	6.0-1 <small>UNI</small>	7.5-1 <small>UNI</small>	10.0-1 <small>UNI</small>	11.4-1 <small>UNI</small>	10.0-3 <small>UNI2X</small>	11.4-3 <small>UNI2X</small>	12.0-3 <small>UNI2X77</small>
Potencia Fotovoltaica Recomendada (kWp)	2.50 - 3.45	3.20 - 4.40	4.25 - 5.75	5.10 - 6.90	6.35 - 8.60	8.50 - 11.50	9.70 - 13.10	8.50 - 11.50	9.70 - 13.10	10.20 - 13.80
Max. corriente de entrada CD utilizable	14.0 A	17.8 A	23.4 A	28.1 A	35.1 A	46.7 A	53.3 A	46.7 A	53.3 A	56.1 A
Voltaje Mín. MPPT							230 V			
Voltaje inicial CD							245 V			
Voltaje Nominal de entrada							390 V			
Voltaje Max. de entrada							600 V			
Rango de voltaje MPPT							230 - 500 V			
Corriente Nominal de entrada	8.3 A	10.5 A	13.8 A	16.5 A	20.7 A	27.4 A	31.4 A	26.7 A	31.4 A	33.1 A

DATOS DE SALIDA	3.0-1 <small>UNI</small>	3.8-1 <small>UNI</small>	5.0-1 <small>UNI</small>	6.0-1 <small>UNI</small>	7.5-1 <small>UNI</small>	10.0-1 <small>UNI</small>	11.4-1 <small>UNI</small>	10.0-3 <small>UNI2X</small>	11.4-3 <small>UNI2X</small>	12.0-3 <small>UNI2X77</small>
Max. potencia de salida continua @ 104°F (40°C)										
208 V / 240 V / 277 V	2000 W	3000 W	5000 W	6000 W	7500 W	9995 W	11400 W	9995 W	11400 W	12000 W
Max. corriente de salida continua										
208 V	14.4 A	18.3 A	24.0 A	28.8 A	36.1 A	46.1 A	56.8 A	27.7 A*	31.6 A*	N.A.
240 V	12.5 A	15.8 A	20.8 A	25.0 A	31.3 A	41.6 A	47.5 A	24.0 A*	27.4 A*	N.A.
277 V	10.8 A	13.7 A	18.1 A	21.7 A	27.1 A	36.1 A	41.2 A	N.A.	N.A.	14.4 A*
Número de Fases	1						3			
Voltaje Nominal de salida CA	208 / 240 / 277 V (-12/+10%)						208 V / 240 V			
Voltaje Mín. operativo CA	208 V / 240 V / 277 V									
208 V / 240 V / 277 V	183 - 229 V (12/+10%) / 211 - 264 V (12/+10%) / 244 - 305 V (12/+10%)									
Voltaje Max. operativo CA	208 V / 240 V / 277 V									
208 V / 240 V / 277 V	229 V / 244 V / 305 V									
Frecuencia Nominal de salida	60 Hz									
Rango de frecuencia de operación	59.3 - 60.5 Hz									
Distorsión armónica total	< 3 %									
Factor de potencia	1 (a potencia nominal de salida)									
Consumo en modo de espera (nocturno)	< 1.5 W									
Número de fases	1									
Tamaño de conductor admisible	No. 14 - 4 AWG									
Utilidad de corriente de realimentación continua Max.	0 A									

DATOS GENERALES	3.0-1 <small>UNI</small>	3.8-1 <small>UNI</small>	5.0-1 <small>UNI</small>	6.0-1 <small>UNI</small>	7.5-1 <small>UNI</small>	10.0-1 <small>UNI</small>	11.4-1 <small>UNI</small>	10.0-3 <small>UNI2X</small>	11.4-3 <small>UNI2X</small>	12.0-3 <small>UNI2X77</small>
Eficiencia Max.	96.2 %									
Eficiencia CEC										
208 V / 240 V / 277 V	95.0/95.5/96.0 %	95.5/95.5/96.0 %	95.5/96.0/96.0 %	95.0 / 95.5 / 96.0 %			95.0 / 96.0 % / n.a.		n.a. / n.a. / 96.0 %	
Dimensiones de la unidad (An x Al x P)	434 x 673 x 250 mm		434 x 968 x 250 mm				434 x 1262 x 251 mm			
Peso	55 lbs. (25 kg)		81 lbs. (37 kg)				110 lbs. (50 kg)			
Clase de Protección	I									
Tipo de encapsulamiento	Módulo 3R									
Topología	Transformador HF (aislamiento galvánico)									
Enfriamiento	Ventilación controlada forzada, ventilador de velocidad variable									
Montaje	Interior y exterior									
Temperatura ambiente de operación	-13°F - 131°F (-25°C - 55°C)									
Humedad relativa	0-95% (no-condensante)									
Tipo de conexión CD	6x Terminales en tornillo No. 14 - 6 AWG; 20 Ancho máximo por terminal de entrada CD; barra de puertos opcional disponible para corrientes de entrada mayores									
Tipo de conexión CA	Terminales en tornillo No. 14 - 4 AWG									
Tipo de conexión a Tierra	3x Terminales en tornillo No. 14 - 4 AWG									
CERTIFICADOS	UL 1741-2010, IEEE 1547-2003, IEEE 1547.1, ANSI/IEEE C82.41, FCC Part 15 A & B, NEC Artículo 690, C22. 2 No. 107.1-01 (Septiembre 2001), California InitiativeSolar - Manual del Programa - Appendix C. Inverter Integral, 5 % Especificación de Desempeño Máximo									

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	3.0-1 <small>UNI</small>	3.8-1 <small>UNI</small>	5.0-1 <small>UNI</small>	6.0-1 <small>UNI</small>	7.5-1 <small>UNI</small>	10.0-1 <small>UNI</small>	11.4-1 <small>UNI</small>	10.0-3 <small>UNI2X</small>	11.4-3 <small>UNI2X</small>	12.0-3 <small>UNI2X77</small>
Protección de polaridad inversa CD	Diodo Inverso									
Sobrecalentamiento	Disipación de potencia de salida / enfriamiento activo									
Protección de Aislamiento	Inverso; de conformidad con UL 1741-2010, IEEE 1547-2003 y NEC									
Protección de falla de conexión a tierra	GFD Inverso (Detecta) / Interruptor de falla de conexión a tierra; de conformidad con UL 1741-2010 y NEC Art. 690									
Desconexión CD	Integrado									

INTERFACES	3.0-1 <small>UNI</small>	3.8-1 <small>UNI</small>	5.0-1 <small>UNI</small>	6.0-1 <small>UNI</small>	7.5-1 <small>UNI</small>	10.0-1 <small>UNI</small>	11.4-1 <small>UNI</small>	10.0-3 <small>UNI2X</small>	11.4-3 <small>UNI2X</small>	12.0-3 <small>UNI2X77</small>
2x RJ45 sockets (RS485)	opcional									

Consulte a su Distribuidor



Fronius Mexico, SA de CV
Carretera Monterrey Saltillo 3279E
Santa Catarina, NL 66367
pv-support-mexico@fronius.com
pv-sales-mexico@fronius.com
www.fronius.mx



ANEXO G

Definición C#

C# (pronunciado *si sharp* en inglés) es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET, es uno de los lenguajes de programación diseñados para la infraestructura de lenguaje común.

Alcance - ¿Qué programas o software se puede hacer con C#?

Prácticamente todo tipo de programas, desde aplicaciones de escritorio a aplicaciones web, así como aplicaciones de consola, servicios, aplicaciones para móviles (no solo de Microsoft, sino también Apple y Android gracias a herramientas de terceros).

Funcionamiento – Sintaxis

La sintaxis de C# es muy expresiva, sencilla y fácil de aprender. Cualquier persona familiarizada con otros lenguajes de programación como C, C++ o Java, reconocerá al instante la sintaxis de llaves de C#. Al ser un lenguaje orientado a objetos, C# admite los conceptos de encapsulación, herencia y polimorfismo. El proceso de compilación de C# es simple no hay ningún archivo de encabezado independiente y ningún requisito de declaración de métodos y tipos en un orden en particular. Un archivo de código fuente de C# puede definir cualquier número de clases, structs, interfaces y eventos.

Funcionamiento - Arquitectura de la plataforma .NET Framework

Los programas de C# se ejecutan en .NET Framework, un componente integral de Windows que incluye un sistema de ejecución virtual llamado Common Language Runtime (CLR) y un conjunto unificado de bibliotecas de clases. El CLR es la implementación comercial de Microsoft de Common Language Infrastructure (CLI), un estándar internacional que es la base para la creación de entornos de ejecución y desarrollo en los que los lenguajes y las bibliotecas trabajan juntos sin problemas.

El código fuente escrito en C# se compila en un lenguaje intermedio (IL) que guarda conformidad con la especificación de CLI. El código y los recursos IL, como mapas de bits y cadenas, se almacenan en disco en un archivo ejecutable denominado ensamblado, normalmente con la extensión .exe o .dll. Un ensamblado contiene un manifiesto que proporciona información sobre los tipos, la versión, la referencia cultural y los requisitos de seguridad del ensamblado.

Cuando se ejecuta el programa de C#, el ensamblado se carga en el CLR, el cual podría realizar diversas acciones en función de la información en el manifiesto. Luego, si se cumplen los requisitos de seguridad, el CLR realiza la compilación Just in time (JIT) para convertir el código IL en instrucciones máquina nativas. El CLR también proporciona otros servicios relacionados con la recolección de elementos no utilizados, el control de



excepciones y la administración de recursos. El código que se ejecuta en el CLR se conoce a veces como "código administrado", a diferencia del "código no administrado" que se compila en lenguaje de máquina nativo destinado a un sistema específico.

La interoperabilidad entre lenguajes es una característica principal de .NET Framework. Debido a que el código IL generado por el compilador de C# cumple la especificación de tipo común (CTS), este código puede interactuar con el código generado a partir de las versiones .NET de Visual Basic, Visual C++ o cualquiera de los más de 20 lenguajes compatibles con CTS. Un solo ensamblado puede contener varios módulos escritos en diferentes lenguajes .NET y los tipos se pueden hacer referencia mutuamente igual que si estuvieran escritos en el mismo lenguaje.

Además de los servicios de tiempo de ejecución, .NET Framework también incluye una amplia biblioteca de más de 4000 clases organizadas en espacios de nombres que proporcionan una gran variedad de funciones útiles para todo, desde la entrada y la salida de archivos, pasando por la manipulación de cadenas para el análisis XML, hasta controles de formularios Windows Forms. La aplicación de C# típica usa la biblioteca de clases .NET Framework de forma extensa para administrar tareas comunes de infraestructura.

Definición Microsoft SQL Server 2008

Microsoft SQL Server 2008 es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) de Microsoft que está diseñado para el entorno empresarial. SQL Server se ejecuta en T-SQL (Transact -SQL), un conjunto de extensiones de programación de Sybase y Microsoft que añaden varias características a SQL estándar, incluyendo control de transacciones, excepción y manejo de errores, procesamiento fila, así como variables declaradas.

Características

- Soporte de transacciones.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.
- Además, permite administrar información de otros servidores de datos.
- **Protección de la información.** - SQL 2008 permite proteger columnas, tablas, base de datos completas y archivos donde se almacena la información; si alguien se lleva el archivo no podrá acceder a la información sin la clave de protección.
- **Continuidad del negocio.** - Mejoras en el espejo de información (Mirroring). Se le conoce espejo o mirror a una copia directa de los datos colocada en otra ubicación



- **Mejoras en el rendimiento de espejo de información.** SQL 2008 comprime la información de su bitácora (log) para reducir el ancho de banda requerido para realizar el proceso de espejo de información.
- **Productividad.** - Consulta de Lenguaje Integrado. (Language Integrated Query - LINQ) Ahora con el nuevo modelo del .NET Framework 3.5, es posible realizar las consultas directamente desde el código de .NET, sin la necesidad de utilizar objetos de acceso a SQL como Comandos, Conexiones, Data Reader etc. El modelo de LINQ permite ejecutar consultas directas en tablas y campos de SQL desde mi código C#

Bases de datos

En cada instalación de SQL Server hay 4 bases de datos de sistema, y la capacidad de crear nuevas bases de datos por el usuario, en los cuales los datos están almacenados en tablas.

Estas bases de datos, creadas por parte de los usuarios, incluyen básicamente un archivo de datos (con el sufijo mdf) con las tablas y los distintos objetos a nivel de la base de datos; y un archivo de registro (con el sufijo ldf) con las transacciones abiertas, y transacciones cerradas, Sujeto al modelo de recuperación seleccionado (se puede acumular en el archivo de registro todos los cambios en la base de datos desde el último respaldo). Se puede crear un conjunto de archivos de datos además del principal (con el sufijo ndf) por consideraciones de eficiencia, partición de carga de trabajo entre los discos rígidos, etc.

Las bases de datos del sistema:

- **master** - Todos los procedimientos, funciones y tablas del sistema que están utilizadas por parte de todas las bases de datos y que están instaladas automáticamente, tanto como las que han sido creadas por parte de los administradores del sistema. Además, todas las definiciones en respecto a la seguridad a nivel del servidor, están almacenadas en esta base de datos.
- **msdb** - Almacenamiento de las tareas del agente, los códigos de CLR combinados en el sistema, los paquetes de SSIS, y otros más.
- **model** - El molde de las bases de datos. Cada nueva base de datos se crea como una copia de esta base de datos, menos que algo más estaba definido explícitamente.
- **tempdb** - Base de datos temporal que se crea de nuevo cada vez que el servicio reinicia. Se utiliza para almacenar tablas temporales creadas por parte de los usuarios o el sistema (por ejemplo, en ordenaciones complejas).

Definición IIS7



IIS 7 es la última versión de Microsoft de su servidor Web de Internet Information Services. Su arquitectura modular ofrece una plataforma para el desarrollo y despliegue de aplicaciones Web dinámicas y sitios web. **IIS 7** fue diseñado para seguridad, velocidad y facilidad de uso.

¿Cuáles son los beneficios de IIS 7?

Su arquitectura modular ofrece una plataforma para el desarrollo y despliegue de aplicaciones Web dinámicas y sitios web. IIS 7 fue diseñado para seguridad, velocidad y facilidad de uso.

Nuestras cuentas de hosting que ejecutan IIS 7 son compatibles con ASP.NET en tiempo de ejecución 3.5 y 4.0, un marco de desarrollo que apoya a numerosas tecnologías web, incluyendo Language Integrated Query (LINQ), Windows Presentation Foundation (WPF), Windows Workflow Foundation (WF), Windows Communication Foundation (WC) y Silverlight.

IIS 7 ofrece dos modos de segmentación (pipeline). El modo de segmentación integrada maneja todas las peticiones a través de una segmentación unificada debido a la integración del tiempo de ejecución de ASP.NET con el servidor Web. El modo clásico de IIS 7 se comporta de la misma manera que IIS 6, mediante dos segmentaciones a las peticiones de proceso: una para los componentes de aplicaciones de código nativo y la otra para los componentes de aplicación de código administrado.

IIS 7 soporta PHP 5, lo que permite la instalación de una variedad de aplicaciones PHP 5 de instalación rápida y el uso de secuencias de comandos y códigos PHP 5. No es compatible con PHP 4.

Características

- Instalación simplificada.
- Gran compatibilidad.
- No hacen falta metabases.
- La configuración centralizada a través del archivo applicationHost.config el cual puede ser compartido en red para formar una granja de servidores Web.
- Delegación de la configuración y administración del servidor o de los sitios que se encuentran en el
- Herramientas de administración mejoradas.
- Consola Intuitiva
- Seguimiento y solución de errores de manera más clara.
- Solicitud de filtrado sin necesidad de URLScan.
- Almacenamiento en la memoria caché.
- Un role del servidor Windows 2008

Definición PHP5



PHP (*Hypertext Preprocessor*) es un lenguaje de programación interpretado que se utiliza para la generación de **páginas web** de forma dinámica. Este código se ejecuta al lado del servidor y se incrusta dentro del código **HTML**. Cabe destacar que es un lenguaje de código abierto, gratuito y multiplataforma.

Funcionamiento

1. Enviamos una petición al servidor, ejemplo `www.ibrugor.com/blog/index.php`
2. El servidor recibe la petición y busca la página a entregar.
3. Si la página contiene la extensión “**.php**”, el intérprete de PHP la procesa.
4. El servidor ejecuta el código PHP de la página y prepara el resultado final, el HTML.
5. Se envía la página HTML al cliente final.

Ventajas

- Lenguaje **multiplataforma**.
- Fácil de aprender.
- Orientado para desarrollar aplicaciones web donde la información esté en una **base de datos**.
- **Buena integración** con la mayoría de los conectores a base de datos. SQL Server, MySQL, PostgreSQL, Oracle, etc.
- Lenguaje **modular**.
- Mucha **documentación** debido a su gran popularidad y una gran comunidad. (Web Oficial `php.net`).
- Programación **orientada a objetos**.
- Lenguaje de **código libre y gratuito**.
- Biblioteca muy amplia de **funciones nativas**.
- Múltiples **Frameworks PHP** que permiten que tu código sea más ordenado, estructurado, manejable y permiten trabajar utilizando patrones de diseño cómo **Modelo-Vista-Controlador(MVC)**.

Desventajas

- Se necesita instalar un servidor web.
- Se realiza todo el trabajo en la parte del servidor, por esto, si se tienen muchas peticiones, el rendimiento de nuestra aplicación podría verse afectado sensiblemente.
- Al mezclar HTML + PHP, dificulta la legibilidad de nuestro código.
- Seguridad. Como es un lenguaje de código abierto, todas las personas pueden ver el código fuente, y si hay errores, la gente puede utilizar estas debilidades de codificación.
- Es un lenguaje de programación **NO tipado**.



- Difícil de mantener.

Definición Sendmail 8.13

Sendmail. - Es uno de los más populares agentes de transporte de correo electrónico (MTA o **M**ail **T**ransport **A**gent). Es un proyecto derivado **delivermail** y fue dirigido originalmente por Eric Allman a principios de la década de 1980. Aunque por largo tiempo se le ha criticado por muchos incidentes de seguridad, lo cierto es que éstos siempre han sido resueltos en tiempos razonables.

Propósitos y limitaciones

Es importante estar conscientes de qué es Sendmail y de lo que puede hacer al contrario de lo que no es. En estos tiempos de aplicaciones monolíticas que cubren varios papeles, Sendmail puede parecer la única aplicación necesitada para ejecutar un servidor de correo en una organización. Esto técnicamente es verdad, puesto que Sendmail puede colocar correo en los directorios de cada usuario y entregar el correo saliente para los usuarios. Sin embargo, la mayoría de los usuarios requieren normalmente mucho más que la entrega de correos. Ellos usualmente quieren interactuar con su correo usando un MUA, que utiliza POP o IMAP, para descargar sus mensajes a sus máquinas locales. O prefieren una interfaz tipo web para ganar acceso a sus buzones. Estas otras aplicaciones pueden funcionar en conjunto con Sendmail, pero ellas existen en realidad por otras razones y pueden operar separadamente una de la otra.

Está más allá del ámbito de esta sección explicar todo lo que Sendmail debería o podría hacer. Literalmente con cientos de opciones y reglas que configurar, hay disponibles libros dedicados completamente a explicar todo lo que se puede hacer y cómo solucionar problemas cuando las cosas salen mal.



Glosario

CFE:	Comisión Federal de Electricidad.
DCO	División Centro Oriente.
FV:	Fotovoltaico.
SFV:	Sistema Fotovoltaico.
SFVI	Sistema Fotovoltaico Interconectado.
SFVIR:	Sistema Fotovoltaico Interconectado a la Red.
GFV	Generador Fotovoltaico.
FR:	Fuentes Renovables.
kWh:	kilo Watt horas.
kWp:	kilo Watt pico.
kW:	kilo Watt.
TW:	Tera Watt.
CD	Corriente Directa.
CA	Corriente Alterna.
IP:	Protocolo de Internet.
PC	Computadora Portátil.
BT	Baja Tensión.
MC4	Multi Contacto de 4 mm de diámetro.
SENER:	Secretaría de Energía.
CRE:	Comisión Reguladora de Energía
ASOLMEX	Asociación Mexicana de Energía Solar Fotovoltaica.
SEN	Sistema Eléctrico Nacional.
W:	Watt.
SCT	Condiciones Estándar de Prueba.



NOCT: Temperatura Nominal de Operación de Célula.

PROSEDEN: Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional.