



REPORTE FINAL DE ESTADÍA

Roberto Prado Ramírez

Características y calibración de equipos de medición bidireccional para interconexiones fotovoltaicas

INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

Características y calibración de equipos de medición
bidireccional para interconexiones fotovoltaicas

REPORTE FINAL DE ESTADÍA

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

Roberto Prado Ramírez

ASESORES DE PROYECTO:

Dra. Emilia Olivos Lagunes

Ing. Juan Porfirio Colorado Díaz

CUITLÁHUAC, VER.

ABRIL, 2023

AGRADECIMIENTOS

Gracias principalmente a DIOS nuestro señor por concederme la vida, la salud y la oportunidad de concluir mis estudios universitarios satisfactoriamente y a la Virgen Santísima de Guadalupe por interceder ante su hijo Jesucristo para también concederme casa, vestido y el sustento necesario para mí y para mi familia por medio de mi trabajo que me dio las facilidades necesarias para iniciar y concluir este proyecto en la Universidad tan importante en mi vida profesional.

A mi Familia, mi esposa Suly, mis hijas Paulina, Andrea y Vanessa que siempre me dieron su apoyo, comprensión y motivación para poder cumplir satisfactoriamente con mis actividades y labores encomendadas tanto en mi trabajo, universidad y hogar, también a mis padres Roberto y Alicia por sus consejos y motivación para alcanzar mis metas y objetivos planteados.

A mis asesores en estadías. Dra. Emilia Olivos Lagunes (asesor académico) y al Ingeniero Juan Porfirio Colorado Díaz (asesor Industrial), por su tiempo, apoyo, dedicación y asesorías y a la empresa CFE por permitirme realizar mi estadía, a mis profesores en la universidad durante mis estudios que siempre me brindaron el apoyo, dedicación y conocimientos, y a mis compañeros que durante la trayectoria de la carrera convivimos buenos momentos en las actividades y prácticas desarrolladas y encomendadas por nuestros profesores en cada una de las asignaturas de la carrera para lograr los objetivos y metas definidas para mi Titulación. Gracias.

RESUMEN

En el presente reporte de estadía se analiza la problemática que generalmente se presenta entre los nuevos clientes y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) durante la contratación de servicios de instalación de equipos fotovoltaicos interconectados a la red. El objetivo principal de este proyecto es dar un seguimiento puntual al proceso de supervisión y revisión de los documentos solicitados al cliente, así como de la instalación eléctrica fotovoltaica en campo y garantizar que se cumpla con los requisitos de diseño, planeación, instalación, inspección, supervisión, especificación, correcta medición, autorización y utilización de los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica y Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Finalmente, este proceso permitirá determinar el equipo de medición con trazabilidad a patrones de calibración validados ante la Entidad Mexicana de Acreditación que se utilizará, tomando en cuenta las especificaciones del fabricante, la tarifa del servicio y la demanda requerida por el usuario, asegurando una correcta medición Bidireccional que dará como resultado la satisfacción del cliente.

PALABRAS CLAVE

Medición, Trazabilidad, Calibración, Acreditación, Especificaciones.

ABSTRACT

This stay report analyzes the problems that generally arise between new customers and the Federal Electricity Commission (CFE) during the contracting of installation services for photovoltaic equipment interconnected to the grid. The main objective of this project is to provide timely monitoring of the supervision and review process of the documents requested from the client, as well as the photovoltaic electrical installation in the field and guarantee that the design, planning, installation, inspection, supervision, specification, correct measurement, authorization and use of photovoltaic systems interconnected to the electricity grid and applicable Official Mexican Standards.

Finally, this process will allow determining the measurement equipment with traceability to calibration standards validated before the Mexican Accreditation Entity that will be used, taking into account the manufacturer's specifications, the service fee and the demand required by the user, ensuring a correct Bidirectional measurement that will result in customer satisfaction.

KEYWORDS

Measurement, Traceability, Calibration, Accreditation, Specifications.

Tabla de contenido

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
PALABRAS CLAVE	4
ABSTRACT	5
KEYWORDS	5
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	12
1.1 Estado del Arte	12
1.1.1 Comisión Universitaria Mundial del solsticio	12
1.1.2. Instituto de Investigación de energía marítima en Holanda	12
1.1.3. Investigación Green Energy.....	13
1.2. Planteamiento del Problema	13
1.4. Objetivos	15
1.4.1. Objetivo general.....	15
1.4.2. Objetivos específicos.....	15
1.5. Definición de variables	16
1.5.1. Variables Independientes.....	16
1.5.2. Variables Dependientes	16
1.6 Hipótesis.....	17
1.7 Justificación del Proyecto.....	17
1.8 Limitaciones y Alcances.....	18
1.8.1. Limitaciones	18
1.8.2. Alcances.....	19
1.9 Descripción de la empresa: Comisión Federal de Electricidad (CFE)	19
1.9.1. Misión.....	19
1.9.2 Visión.....	20
1.9.3. Objetivo Empresarial.....	20
1.9.4. Historia de la CFE.....	20
1.9.5. Ubicación del Laboratorio de Metrología de CFE	23

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	26
2.1 Lugar para el proyecto a desarrollar	26
2.2 Tiempo para el desarrollo del proyecto	26
2.3.1 Enfoque y tipo de la investigación	28
2.3.2 Elementos de estudio.....	29
2.3.3 Determinación del tamaño de la muestra	29
2.3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.....	30
2.3.5 Recolección y análisis de datos	30
2.3.6 Presentación de resultados.....	31
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	32
3.1 Contratación de suministro para solicitudes de interconexión	32
3.1.1 Modelos de contratos de contraprestación de la energía eléctrica entregada a las redes generales de distribución	33
3.1.2 Donde realizar este trámite	38
3.1.3 Tiene algún costo este trámite.....	39
3.1.4 Seguimiento a mi trámite de solicitud de interconexión.....	39
3.1.5 Tiempo promedio de atención a respuesta a este trámite.....	40
3.2 Requisitos para contrato de interconexión.....	41
3.2.2 Solicitudes que NO requieren estudio de interconexión	44
3.2.3 Solicitudes que SI requieren estudio de interconexión	44
3.2.4 Obligaciones del distribuidor derivado del contrato de interconexión	45
3.3 Medidores unidireccionales	46
3.3.1 Medidor de energía eléctrica unidireccional.	46
3.4.1 Medidor de energía eléctrica bidireccional	48
3.4.2 Lectura de un medidor bidireccional	50
3.4.3 Interpretación del 1er. recibo de CFE con paneles solares.....	53
3.4.4 Requisitos para el trámite y obtención de un medidor bidireccional en CFE	55
3.4.5 Tarifas filiales en CFE a considerar.....	57
3.5 Calibración de medidores bidireccionales en laboratorio acreditado	59
3.5.1 Equipos patrones de calibración en el laboratorio acreditado de metrología en tensión, corriente y energía	64
3.5.4 Informe de calibración en energía	86

CAPÍTULO 4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y REFERENCIAS..... 88

4.1 Resultados	88
4.2 Conclusiones.....	96
4.3 Mejora continua	96
4.4 Bibliografía	97

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación de la zona industrial en Córdoba, Veracruz.....	24
Ilustración 2. Ubicación de la zona distribución en Córdoba, Veracruz.....	24
Ilustración 3. Laboratorio de metrología	25
Ilustración 4. Proceso metodológico.....	27
Ilustración 5. Medición Neta de Energía.....	34
Ilustración 6. Net Billings.....	34
Ilustración 7. Facturación Neta	36
Ilustración 8. (NET BILLINGS).....	36
Ilustración 9. Venta Total	37
Ilustración 10. Venta total de energía.....	37
Ilustración 11. Oficinas Generales.....	40
Ilustración 12. Línea Telefónica.....	40
Ilustración 13. Atención de Solicitudes-Sin Opinión Técnica	41
Ilustración 14. Atención de Solicitudes-Con Opinión Técnica.....	41
Ilustración 15. Sistemas de Solicitudes de Interconexión	42
Ilustración 16. Medidor Unidireccional Digital	47
Ilustración 17. Medidor Unidireccional Electromecánico	47
Ilustración 18. Medidor Bidireccional Autogestión.....	50
Ilustración 19. Medidor Bidireccional Multifunción	50
Ilustración 20. Interpretación de Medidor Bidireccional	51
Ilustración 21. Paso 1	52
Ilustración 22. Paso 2	52
Ilustración 23. Paso 3	53
Ilustración 24. Requisitos para tramitar un medidor Bidireccional	56
Ilustración 25. Medidor Bidireccional-Elster	56
Ilustración 26. Medidor Bidireccional -Iusa.....	57
Ilustración 27. Laboratorio Metrológico (equipos patrones).....	64
Ilustración 28. Patrón de referencia 8 dígitos Fluke 5080 ^a	66

Ilustración 29. Patron de referencia Agilent 34401A.....	67
Ilustración 30. Higrotermometro temperatura y humedad.....	68
Ilustración 31. Multímetro Digital (funciones).....	69
Ilustración 32. Tipo de Categorías en Multímetros.....	71
Ilustración 33. Multímetro 4 1/5 dígitos Fluke 87V	72
Ilustración 34. Multímetro digital Fluke Mod. 323/324/326	73
Ilustración 35. Amper metro de gancho/Mod 8-021	74
Ilustración 36. Amperímetro de Potencia/Hioki	74
Ilustración 37. Mesa de calibración en energía WECO	77
Ilustración 38. Mesa de calibracion ene Energía AVO FHAZER.....	77
Ilustración 39. Mesa de Calibración KITRON/KTS-10P	78
Ilustración 40. Equipo de Calibración Portátil TESCO 621RC	79
Ilustración 41. Medidor Digital AUTOGESTION Bidireccional	81
Ilustración 42. Medidor Bidireccional Marca IUSA	82
Ilustración 43. Medidor Bidireccional ABB Auto contenido.....	83
Ilustración 44. Medidor Bidireccional Mod/8650	85
Ilustración 45. Medidor Bidireccional Mod/ION 8600	85
Ilustración 46. Formato de interconexión.....	91
Ilustración 47. Validación para contratación bidireccional.....	92
Ilustración 48. SC1 Parte 1	92
Ilustración 49. Contrato bidireccional.....	93
Ilustración 50. Detalles de contratación bidireccional.....	93
Ilustración 51. Contrato final.....	94
Ilustración 52. Facturación 1-2.....	94
Ilustración 53. Facturación bidireccional	95

Índice de tablas

Tabla 1. Modelo de Contrato de Interconexión.....	32
Tabla 2. (NET METERING).....	35
Tabla 3. Diagrama de Flujo para la Interconexión	43
Tabla 4. NO Requieren estudio de interconexiones	44
Tabla 5. SI requiere estudio de interconexión	44
Tabla 6. Recibo 1a. Facturación con Paneles Solares.....	54
Tabla 7. Resultado de Consumos	54

Tabla 8. Tarifas Eléctricas Filiales	57
Tabla 9. Tarifas Domésticas Filiales	58
Tabla 10. Costos en Tarifas Finales	58
Tabla 11. Informe de Calibración en Tensión, Corriente	75
Tabla 12. Informe de Calibración en ENERGIA.....	87
Tabla 13. Análisis FODA de la empresa	89

INTRODUCCIÓN

La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol, esta radiación solar o potencia de radiación alcanza a la tierra y varía según el momento durante el día, las condiciones atmosféricas y la latitud (irradiación) y puede aprovecharse de forma directa o difusa o la suma de ambas por medio del calor que produce a través de la absorción de la radiación mediante los equipos fotovoltaicos (SFVI) y son consideradas como energías limpias o energías verdes y se considera emblema de las energías renovables y han protagonizado en los últimos años un gran avance debido a las mejoras e innovaciones tecnológicas aportadas por la humanidad para contrarrestar un poco los daños ocasionados al medio ambiente por el uso descontrolado de combustibles fósiles con un grave daño de gases de efecto invernadero en nuestro planeta tierra.

Es por ello la importancia de definir los requerimientos necesarios para el diseño, planeación, instalación, inspección, supervisión, especificación, correcta medición, autorización y utilización de los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica (SFVI) que asegure y nos garanticen tanto la seguridad del personal en su integridad y operacional de la empresa de distribución eléctrica CFE, de los usuarios electricistas u operadores técnicos contratistas, como de los mismos clientes contratantes y de sus equipos instalados, pero a la vez asegurar y garantizar una correcta medición instalada mediante especificaciones del fabricante y una correcta calibración con trazabilidad a patrones acreditados por la entidad mexicana de acreditación del equipo de medición a instalar, respaldando esta calibración de la medición con un CERTIFICADO de Calibración emitido por nuestro Laboratorio de Metrología Acreditado (EMA) en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2018 vigente, este Medidor Calibrado concentrará la energía generada por los equipos fotovoltaicos, la energía consumida por el cliente y la energía excedente inyectada a la red de distribución (CFE) que nos dará la certeza, confiabilidad de una correcta medición tanto a CFE como a los nuestros usuarios y con ello lograr la satisfacción del cliente.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Estado del Arte

1.1.1 Comisión Universitaria Mundial del solsticio

El 21 de junio en el solsticio de verano, el día más largo del año, un acontecimiento solar sirve para conmemorar una fecha que en muchas tradiciones se dedica al sol y a las energías renovables. Si la energía de la luz del sol que golpea la superficie terrestre se pudiera convertir en electricidad, se generaría una gran cantidad de energía que sería 300 veces la producción total de energía de todas las centrales del mundo, de todas las fuentes de energía renovable, la energía solar fotovoltaica es la de mayor potencial productivo que se estima en el potencial técnico anual de generación eléctrica de la energía solar actual. Aprovechar este potencial energético es fundamental para cumplir con los objetivos de reducción de la cuota de emisiones de dióxido de carbono derivadas de la producción energética marcados en el acuerdo de París.

1.1.2. Instituto de Investigación de energía marítima en Holanda

En la actualidad tenemos paneles solares flotantes en donde el sol y el mar parecen haber encontrado la simbiosis energética perfecta en los sistemas fotovoltaicos flotantes ya que en poco tiempo la capacidad instalada acumulada global de la fotovoltaica flotante ha sido muy superior hasta cien veces más que en cuatro años esto es porque esta tecnología solar flotante tiene enormes ventajas para los países donde la tierra es escasa o las redes eléctricas son débiles, además su ubicación en el mar permite destinar la superficie terrestre a la producción de otros recursos y acercar estas centrales solares a áreas urbanas con alta densidad de población pero cerca de zonas costeras.

1.1.3. Investigación Green Energy

Los árboles solares el cual su funcionamiento se inspira en sus homólogos naturales ya que disponen de paneles solares en forma de hoja conectados a través de ramas metálicas que usan la luz solar para generar energía eléctrica, pero estas estructuras que emulan la forma natural de un árbol, son más ergonómicas que los paneles solares horizontales y ocupan cien veces menos espacio para producir la misma cantidad de energía eléctrica, pero además la sombra que estos árboles proyectan permite mitigar el calor, especialmente en espacios urbanos donde además de producir energía eléctrica, se pueden utilizar para iluminar las calles , facilitar las conexiones WIFI o cargar dispositivos móviles.

Además favorecen a lo que se podría llamar al agro fotovoltaica, es decir, agricultura a la sombra de los paneles solares que hoy en día es una de las soluciones para mitigar el espacio que ocupan las plantas de paneles solares al combinar la producción de energía fotovoltaica con la agricultura proporcionando una gran oportunidad para el futuro de la sustentabilidad energética que compensaría la producción solar, la clave está en cultivar bajo los paneles solares, pues los investigadores han confirmado los beneficios de aprovechar la sombra que producen los paneles solares para el rendimiento de los cultivos y su consumos de agua, siendo una tecnología solar accesible que permitiría transformar el sistema energético mundial, lo que implica beneficios socioeconómicos significativos y la democratización del acceso a la energía eléctrica.

1.2. Planteamiento del Problema

Con la apertura de interconexiones fotovoltaicas en México entre la comisión federal de electricidad (CFE) y sus nuevos clientes con la modalidad de generadores de energías fotovoltaicas se han creado múltiples confusiones entre CFE y clientes

por ser una nueva modalidad de contratación que poco a poco se han ido disipando sus dudas, es sin duda muy importante la utilización de nuevas tecnologías que generan energías también llamadas limpias, que contribuyen a la conservación del medio ambiente en donde nuestros clientes puede generar, consumir e inyectar excedentes de energías a redes de CFE en un mismo contrato de suministro, para ello fueron necesarias múltiples modificaciones a normas, instructivos, procedimientos y reglamentos tanto internos como externos de la empresa y definidos en el diario oficial de la federación (DOF).

Ya que la empresa CFE hasta antes de esta nueva apertura de interconexiones fotovoltaicas usaba todos sus equipos de medición UNIDIRECCIONALES es decir con un solo sentido de flujo de energía eléctrica la cual por su naturaleza en CFE era generada, transmitida, distribuida, medida y comercializada hacia nuestros clientes de forma unidireccional en todos sus equipos de medición, es por ello la necesidad de incluir en la empresa equipos de medición BIDIRECCIONALES, es decir tiene un doble sentido del flujo de energía eléctrica el cual es un elemento indispensable en cualquier proyecto de energía renovable fotovoltaica a niveles residenciales, comerciales e industriales pues tiene la capacidad de diferenciar entre la energía que CFE nos suministra y la energía que entregan la generación de los paneles solares e incluso cuando esta energía no es consumida en su totalidad por el mismo usuario es decir la energía excedente que es inyectada a red de CFE. Es por ello la importancia de Asegurar y Calibrar todos estos equipos de medición necesarios para cumplir con su función en sus especificaciones de los fabricantes de forma eficiente y eficaz, dando certidumbre y trazabilidad a patrones nacionales e internaciones en nuestro laboratorio metrológico de calibración Acreditado ante la entidad mexicana de acreditación en donde daremos la confianza tanto a CFE como a nuestros CLIENTES de realizar la mediciones Unidireccionales y Bidireccionales con precisa exactitud requerida.

Se identifican fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para el área de medición de la empresa CFE en donde se puede aprovechar y tener esa información para motivación de personal, mejora continua y aseguramiento del cumplimiento de actividades.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar un plan administrativo y técnico para la contratación e instalación de equipos fotovoltaicos interconectados a la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que garanticen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad. Seguridad y sustentabilidad del sistema eléctrico nacional y la satisfacción de los clientes.

1.4.2. Objetivos específicos

- Detectar la problemática en el Laboratorio de metrología de medición, mediante la realización de un análisis FODA para la generación de estrategias.
- Diseñar el instrumento recopilación de información y selección de la muestra para evaluación de los métodos y estrategias.
- Realizar trabajo de supervisión de campo.
- Analizar la información obtenida para conocer el resultado de la investigación.
- Interpretar los resultados de la investigación.

1.5. Definición de variables

Variable dependiente. Es el motivo, o explicación de ocurrencia de otro fenómeno. En el experimento es la variable que puede manipular el investigador y se le suele denominar tratamiento (Pérez J. A., 2007).

Variable independiente. Es una variable que representa una cantidad que se modifica en un experimento (Khan Academy, 2022).

1.5.1. Variables Independientes

- Condiciones de trabajo: Individualmente se contempla en qué condiciones se trabaja cada actividad a realizar, puesto que, las herramientas e información necesaria se les aporta debidamente, pero los únicos que saben cómo cumplir con el trabajo son los mismos trabajadores.
- Comunicación laboral: Es un factor de decisión propia en donde cada trabajador decide cómo, con qué frecuencia y de qué manera se tiene la comunicación entre compañeros y de cada uno de ellos hacia sus superiores, ya siendo para algo inmediato de la actividad que se está realizando o simplemente, para dudas, aclaraciones, informes u otra causa.
- Cargos y actividades que realizar: Van hiladas en conjunto con otros aspectos a considerar para que se cumplan las actividades o los cargos como debe de ser, como lo son, tiempos, distancias, la actitud del trabajador, el clima, entre otros.

1.5.2. Variables Dependientes

- Productividad: Se considera dependiente al no valerse por sí sola para medir que tan beneficioso es el cargo, las actividades o en general, el área para la

empresa, sino que depende, por ejemplo, de la dificultad del trabajo a realizar, de los trabajadores, de la organización que se tenga, entre otros aspectos.

- Proceso de Medición.

1.6 Hipótesis

Las energías renovables descentralizadas son un factor esencial para mejorar las capacidades de adaptación al cambio climático con el uso de equipos fotovoltaicos, es por eso la importancia de una correcta y eficiente medición en estos proyectos renovables con la capacidad de diferenciar entre la energía que CFE suministra y la energía que generan y entregan los paneles solares cuando no es consumida en su totalidad por el mismo usuario.

1.7 Justificación del Proyecto

Este proyecto es de gran importancia para obtener mejoras en la calidad del servicio que ofrece la CFE con un toque especial al medir de forma eficiente y eficaz mediante equipos de medición válidos y con trazabilidad de calibración certificada siendo analizado y justificado por la detección de problemática que existe en la empresa CFE gracias a la aplicación de la herramienta FODA al inicio del proceso, esto también considerando el área en el que se está planteando.

Por lo tanto, es necesario definir correctamente la necesidad de obtener las mediciones reales y validadas mediante calibraciones sustentadas en normas y procedimientos dentro de la empresa dando la confianza en las mediciones.

El objetivo general y los objetivos específicos se refieren básicamente a este proyecto fotovoltaico de paneles solares complementados con una correcta medición y calibración de sus equipos de medición y se enfocaría, al encontrar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que existen al iniciar la investigación en base al plan de trabajo con las herramientas necesarias.

Para poder cumplir con el proyecto planteado con lo establecido en especificaciones del fabricante se realizó una serie de etapas para trabajar en el tiempo considerado y dar solución mediante la información obtenida de la investigación.

1.8 Limitaciones y Alcances

Los alcances y limitaciones forman parte de su justificación, es decir de la explicación contextual de su importancia en base a cuáles son las expectativas que el proyecto espera satisfacer y cuáles no.

1.8.1. Limitaciones

Cada estudio tiene su propio conjunto de limitaciones. Estas limitaciones pueden surgir debido a las restricciones de la metodología o del diseño de la investigación (Arteaga, 2022).

Por lo anterior, las limitaciones en la realización de la propuesta serán:

- Especificaciones de los fabricantes de paneles solares.
- Especificaciones de los fabricantes de equipos de medición.
- Normas, procedimientos, instructivos y reglamentos de la empresa.
- Disponibilidad de equipos de medición.

- Acreditación vigente del laboratorio de metrología para calibración de medidores.

1.8.2. Alcances

El alcance de un proyecto tiene como finalidad la determinación clara, sencilla y concreta de los objetivos que se intentarán alcanzar, a lo largo del desarrollo del proyecto en cuestión, cuyo cumplimiento generará la culminación exitosa de dicho proyecto. Este alcance es equivalente al concepto de “objetivo”, ya que ambos deben estar enmarcados dentro del contexto de criterio de SMART (G., 2017).

Como parte de los alcances que tendrá la empresa serán:

- Atención de los contratos interconectados con medición bidireccional
- Correcta medición a instalar de acuerdo a especificaciones requeridas
- Organización jerárquicamente distribuida dentro de la empresa

1.9 Descripción de la empresa: Comisión Federal de Electricidad (CFE)

1.9.1. Misión

Suministrar insumos y bienes energéticos requeridos para el desarrollo productivo y social del país de forma eficiente, sustentable, económica e incluyente, mediante una política que priorice la seguridad y la soberanía energética nacional y fortalezca el servicio público de energía eléctrica.

1.9.2 Visión

Consolidarnos como la empresa de energía líder en México, con solvencia técnica y financiera, que procura el fortalecimiento de nuestro capital humano y garantiza el servicio de energía eléctrica con calidad y sentido social a nuestros clientes en todos los segmentos del mercado, para contribuir al desarrollo sustentable del país, generando valor económico y rentabilidad al Estado Mexicano.

1.9.3. Objetivo Empresarial

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es una empresa pública de carácter social que provee energía eléctrica, servicio fundamental para el desarrollo de una nación. Teniendo como objetivos el incremento de productividad de la CFE para general valor económico y rentabilidad al Estado Mexicano, satisfacer la demanda de energía eléctrica, la reducción de costos del suministro eléctrico y, la conservación y mejora de la confiabilidad del sistema eléctrico nacional.

1.9.4. Historia de la CFE

La generación de energía eléctrica inició en México a fines del siglo XIX. La primera planta generadora que se instaló en el país (1879) estuvo en León, Guanajuato, y era utilizada por la fábrica textil "La Americana". Casi inmediatamente se extendió esta forma de generar electricidad dentro de la producción minera y escasamente para la iluminación residencial y pública.

En 1889 operaba la primera planta hidroeléctrica en Batopilas (Chihuahua) y extendió sus redes de distribución hacia mercados urbanos y comerciales donde la población tenía un ingreso económico mayor.

Durante el gobierno de Porfirio Díaz se otorgó al sector eléctrico el carácter de servicio público, colocándose las primeras 40 lámparas "de arco" en la Plaza de la Constitución, cien más en la Alameda Central, y comenzó la iluminación de la entonces calle Reforma y de algunas otras vías de la Ciudad de México.

En 1937 México tenía 18.3 millones de habitantes, de los cuales únicamente siete millones contaban con electricidad, proporcionada con serias dificultades por tres empresas privadas. Estas empresas eran The Mexican Light and Power Company, de origen canadiense, que operaba en el centro del país; el consorcio The American and Foreign Power Company, en el norte, y la Compañía Eléctrica de Chapala, en el occidente.

Las tres compañías eléctricas tenían las concesiones e instalaciones de la mayor parte de las pequeñas plantas que sólo funcionaban en sus regiones. En ese momento las interrupciones de luz eran constantes y las tarifas muy elevadas.

Para resolver esa situación, que no permitía el desarrollo del país, el gobierno federal creó el 14 de agosto de 1937 a la Comisión Federal de Electricidad, que tendría por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales (Ley promulgada en la Ciudad de Mérida, Yucatán el 14 de agosto de 1937 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1937).

El 27 de septiembre de 1960, el presidente Adolfo López Mateos nacionalizó la industria eléctrica, a fin de aumentar el nivel de electrificación, ya que en ese año era del 44%.

A inicios de 2000 se tenía ya una capacidad instalada de generación de 35,385 MW, cobertura del servicio eléctrico del 94.70% a nivel nacional, una red de transmisión y distribución de 614,653 km, lo que equivale a más de 15 vueltas completas a la Tierra y más de 18.6 millones de usuarios, incorporando casi un millón cada año.

A partir de octubre de 2009, la CFE es la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el país.

En 2013 se promulgó la reforma energética y en el 2016 se dividió a la CFE en 9 Empresas Subsidiarias y 4 Filiales que iniciaron las subastas en el Mercado Eléctrico Mayorista. Actualmente opera en todo el territorio nacional con más de 93,184 trabajadores activos, de los cuales 71 mil están agremiados al Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM). La empresa está organizada en 4 procesos: generación, transmisión, distribución y suministrador de servicios básicos.

La CFE provee energía eléctrica a un total de 46 millones de clientes y cada año incorpora un millón de nuevos usuarios. El nivel de electrificación en la CFE es del 98.95% de los habitantes. En 2019 tuvieron lugar 1,587 obras de electrificación rural; en 2020, 1,528; mientras que en 2021 fueron 3,466 las obras de electrificación rural. Su parque de generación está conformado por 158 centrales de generación de distintas tecnologías: ciclo combinado, termoeléctrica, hidroeléctrica, carboeléctrica, turbo gas, combustión interna, nucleoelectrica (Central Nuclear de Laguna Verde), geo termoeléctrica, Eolo eléctrica y solar fotovoltaica.

En 2021 generó el 55.36% de la energía limpia total que se inyectó al Sistema Eléctrico Nacional. Asimismo, del total de energía que produjo CFE en el mismo período de tiempo, el 38.23% fue limpia y para octubre de 2021 el presidente Andrés Manuel López Obrador lanzó una iniciativa de reforma eléctrica con un propósito eminentemente social que tiene como objeto garantizar la seguridad energética del país, manteniendo la cadena de valor en el sector de electricidad como área

estratégica a cargo del Estado, con la finalidad de ofrecer tarifas justas y por debajo de la inflación. En esta iniciativa, el 54% de la energía que requiere el país la generará la CFE y el 46% la iniciativa privada. De esa manera se establece un sistema sólido donde se unen fuerzas a favor de México. La transición energética se lleva a cabo de manera organizada y planificada, utilizando de manera sustentable todas las fuentes de energía de las que dispone la nación. La reforma promueve procesos legales y justos para que las empresas no sean subsidiadas a costa de los mexicanos.

Para enero de 2022, la CFE contaba con 110,347.18 kilómetros de longitud de línea de transmisión, 882,715.32 kilómetros de longitud de línea de distribución; 2,275 subestaciones de potencia y 50,808 kilómetros de longitud de la Red Nacional de Comunicaciones, cable de Fibra Óptica. Tiene 16 Gerencias Divisionales de Distribución y 1,269 Centros de Atención a Clientes. La CFE es reconocida como una de las mayores empresas eléctricas del mundo y su objetivo principal es proveer el servicio de energía eléctrica a la población mexicana (CFE, CFE Comisión Federal de Electricidad, s.f.).

1.9.5. Ubicación del Laboratorio de Metrología de CFE

Subestación Eléctrica de Distribución (Laboratorio de Metrología y departamento de medición) en Córdoba, Veracruz prolongación de la avenida 3 entre calles 49 y 53 de la zona industrial (maps, s.f.).

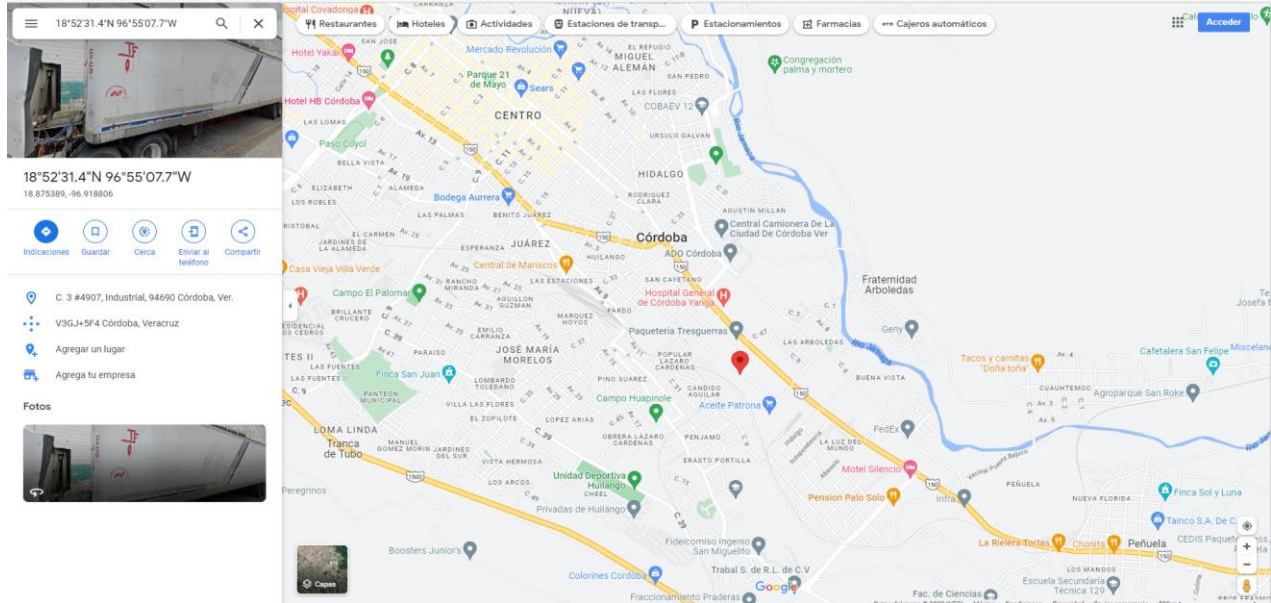


Ilustración 1. Ubicación de la zona industrial en Córdoba, Veracruz



Ilustración 2. Ubicación de la zona distribución en Córdoba, Veracruz

En la ilustración número 2, visualizamos un mapa de cómo llegar a la zona distribución en la Ciudad de Córdoba, Veracruz; el cual, es la ubicación de la empresa donde se realizan las estadías.

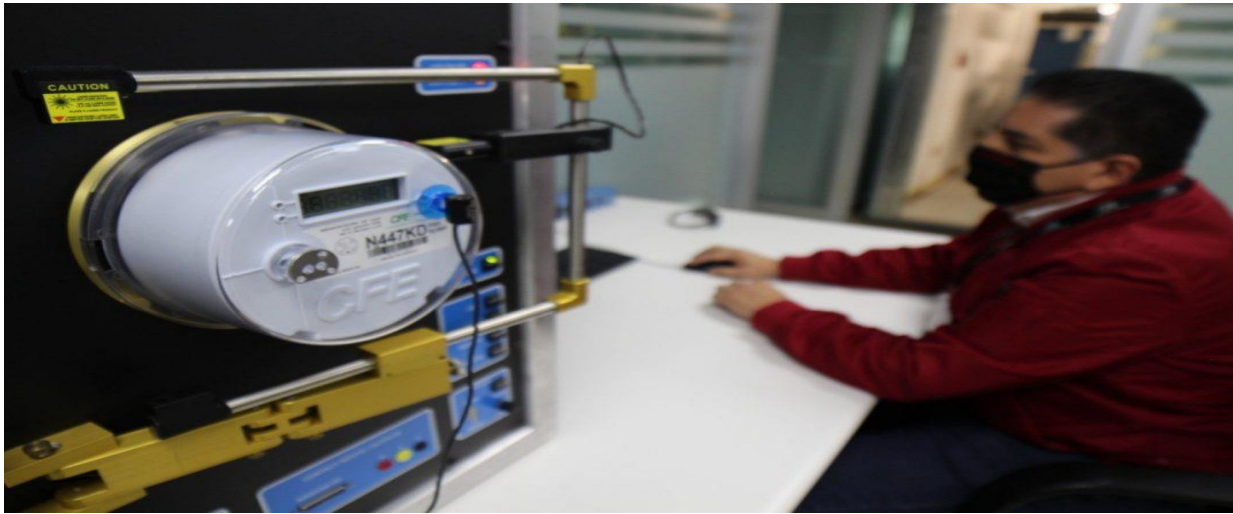


Ilustración 3. Laboratorio de metrología

Ubicados en la Zona Industrial de Córdoba, Veracruz entre las empresas Aceitera Industrial Patrona y la empresa Manufacturera 3'M. Laboratorio de Metrología de la Zona Córdoba Acreditado ante la EMA en Tensión, Corriente y Energía, ubicado en el departamento de Medición de la S.E. Córdoba II.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1 Lugar para el proyecto a desarrollar

Este proyecto de Estadía se desarrollará con la supervisión de mi Asesor Académico asignado de la Universidad tecnológica del centro de Veracruz y mi Asesor Industrial asignado en la empresa Comisión Federal de Electricidad (CFE) dentro de las instalaciones de la subestación eléctrica denominada Córdoba II, específicamente en el Laboratorio de Metrología del departamento de Medición de la Área de Distribución de la Zona Córdoba ubicada en la zona industrial de la ciudad de Córdoba, Veracruz.

2.2 Tiempo para el desarrollo del proyecto

El periodo que comprende la realización de este proyecto de estadía es del día 09 de enero del 2023 al día 14 de abril del 2023.2.3. Estructura de la metodología



Ilustración 4. Proceso metodológico

Para la ilustración número 3, se expone el proceso de investigación que se realiza como ciclo para este proyecto. Aquí, comenzamos seleccionando el tema a investigar **“Características y calibración de equipos de medición bidireccional para interconexiones fotovoltaicas”** con base a la carrera y el nivel que se está cursando, después, se hace una revisión bibliográfica acerca del mismo tema para presentarlo con cada una de sus citas Bibliográficas, los aportes de otras personas en relación con dicho tema. Terminando este paso, seguimos con plantear el problema del que se hablara en este proyecto, detectándolo en el área donde realizaremos la estadía, prosiguiendo de definir los objetivos tanto el objetivo general como los objetivos específicos, luego se justifica y se delimita el porqué de este tema de proyecto y se describen los límites con los que se trabajará para así poder complementar con el marco teórico. Después, se realiza la metodología de la investigación en donde van todos los datos que es indispensable saber sobre la empresa y yendo de la mano, se especifica el tamaño y características de la población y muestra que será esencial para la tesina porque son quienes darán pauta a la investigación y a que se cumplan los objetivos.

Ya teniendo esto, pasamos a determinar los instrumentos y/o técnicas que se utilizaran para comprobar esta investigación, se aplican a la población muestra, se recopila la información obtenida y con ello, se analizan los resultados y se realiza una conclusión a detalle de lo que se obtuvo, de si se cumplieron o no los objetivos y si se resolvió la problemática planteada anteriormente.

2.3.1 Enfoque y tipo de la investigación

La investigación cuantitativa es un método de investigación que utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos mediante datos numéricos (Qualtrics, 2022).

La recopilación de información se obtendrá mediante el método de investigación cuantitativo; específicamente se consideraran todas las condiciones importantes que deben ser aplicadas y analizadas para poder medir el nivel de satisfacción por parte de la empresa y de sus clientes con los elementos básicos que se deben considerar para cumplir satisfactoriamente con su trabajo, como lo es la comunicación entre los departamentos internos involucrados en el desarrollo del proceso de interconexión de equipos Fotovoltaicos, como son los departamentos de planeación, medición, distribución, suministro y comercialización dentro de CFE que darán el seguimiento puntual a los requerimientos de los clientes solicitantes en apego a las normas y procedimientos que nos rigen y se podrá visualizar por medio de este método, los resultados y conclusiones que se generan para conocer si los objetivos y la hipótesis se cumple o no y, dar solución a la problemática planteada.

2.3.2 Elementos de estudio

Leyes, Normas, procedimientos, requisitos técnicos y especificaciones técnicas que nos rigen tanto para el control y supervisión documental y físico de los proyectos solicitados en la instalación de equipos fotovoltaicos interconectados a la red de CFE mediante convenio de contratación debidamente detallado para determinar las capacidades de técnicas requeridas del cliente en cuanto a la generación fotovoltaica de energía eléctrica instalada, la que consumirá el cliente, la que es proporcionada por CFE y la energía excedente y que deberá analizar de acuerdo a especificaciones técnicas del fabricante el tipo, *modelo* y marca recomendada para la instalación del equipo de medición adecuado a cada instalación.

2.3.3 Determinación del tamaño de la muestra

El tema específicamente que analizaremos en este proyecto de estadía es determinar el equipo de medición Bidireccional que debemos utilizar para asegurar una correcta medición, primeramente, es determinar de acuerdo a la carga contratada por el cliente en el contrato de interconexión el medidor que soporte dicha carga de acuerdo a sus especificaciones técnicas del fabricante y una vez elegido el tipo de medidor a instalar, realizarle su calibración en un laboratorio certificado y acreditado que nos garantice su correcta registración del instrumento para lo cual fue diseñado dentro de los parámetros indicados en la ley.

2.3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

La técnica que se utilizará para llevar a cabo esta investigación será la encuesta y como instrumento se ocupará el cuestionario para determinar la viabilidad y satisfacción del cliente en todo el proceso del trámite documental y de calibración de su equipo de medición elegido.

La encuesta son un tipo de instrumentos de recopilación de información, que consisten en un conjunto prediseñado de preguntas normalizadas, dirigidas a una muestra socialmente representativa de individuos, con el fin de conocer sus opiniones o visiones respecto de alguna problemática o asunto que les afecta (Concepto, 2021).

El cuestionario es un documento formado por un conjunto de preguntas que deben estar redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas, de acuerdo con una determinada planificación, con el fin de que sus respuestas nos puedan ofrecer toda la información necesaria (Euroinnova international online education).

2.3.5 Recolección y análisis de datos

Una vez aplicada la encuesta a los clientes, se realizará un conteo en una hoja de Excel categorizado por pregunta y respuesta para ubicar posibles puntos débiles de mejora en nuestro proceso, después, se realizará una gráfica de barras donde se presentarán los resultados calificando la respuesta más frecuente en cada una de las preguntas tomando en cuenta los datos vaciados anteriormente.

2.3.6 Presentación de resultados

Para la presentación de resultados que obtendremos al termino de nuestra investigación nos apoyaremos con gráficas de barras en donde se podrán visualizar las preguntas que se aplicaron y cada una de las respuestas, con ello, se medirá la frecuencia de las respuestas de cada pregunta y nos ayudará a obtener la información necesaria para resolver la problemática que se está tratando.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Contratación de suministro para solicitudes de interconexión

Si deseas instalar tu propia fuente de energía, ya puedes realizar un contrato de interconexión con CFE. Con este tipo de sistemas contribuyentes en la utilización de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica y así somos contribuyentes en la conservación del medio ambiente. Para el control en los lineamientos internos en la atención de solicitudes se generará y usará la orden SC1 de validación de solicitud de interconexión.

Tabla 1. Modelo de Contrato de Interconexión

Modelo de contrato de interconexión

Contrato de interconexión a las redes generales de distribución para centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 Mega watts que celebran por una parte , CFE Distribución en adelante “El Distribuidor”, representada por _____ en su carácter de apoderado legal y por otra parte, _____, en adelante “El solicitante”, representado por _____, en su carácter de _____; y a quienes en lo sucesivo y de manera conjunta se denominaran como “las Partes” ; al tenor de las siguientes declaraciones y cláusulas.

Declaraciones:

Declara “El Distribuidor” que:

Declara “El Solicitante” que:

Roberto Prado Ramírez

Declaran “Las Partes” que:

Cláusulas:

PRIMERA. Objeto del Contrato.

SEGUNDA. Obligaciones del Solicitante.

TERCERA. Obligaciones de “El Distribuidor”.

CUARTA. Especificaciones

QUINTA. Modificaciones.

SEXTA. Transferencia del Contrato.

SÉPTIMA. Vigencia.

OCTAVA. Terminación del contrato.

NOVENA. Controversias.

3.1.1 Modelos de contratos de contraprestación de la energía eléctrica entregada a las redes generales de distribución

Medición neta de energía (NET Metering)

El cliente consume y genera energía en un mismo contrato de suministro. Esta energía se compensa entre si y se emite en una única facturación (se resta a tu consumo). Para el seguimiento y control en los lineamientos internos para la atención de solicitudes se generarán y utilizarán los siguientes tipos de órdenes,

C0A Interconexión Nueva NetMet BT, C0B Interconexión Existente NetMet BT, C1A Interconexión Nueva NetMet MT, C1B Interconexión Existente NetMet MT.



Ilustración 5. Medición Neta de Energía

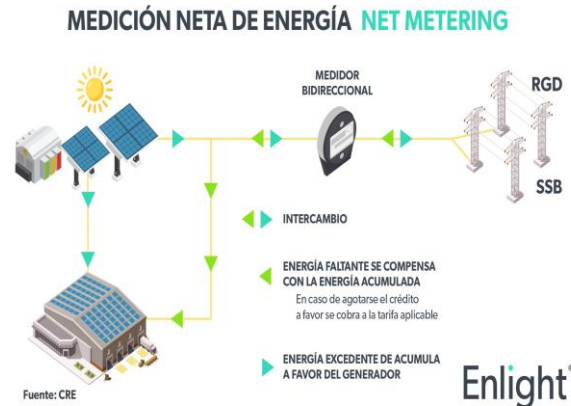


Ilustración 6. Net Billings

Se valida en el proceso de facturación, que la diferencia entre la energía total consumida y la energía total generada en el periodo de facturación opere de la siguiente forma: $\text{Consumo por facturar} = \text{Consumo medidor 1} - \text{Consumo medidor 2}$

El consumo del medidor 1 es el total de energía consumida por el centro de carga en el periodo de facturación. Y el consumo del medidor 2 es el total de energía

generada por el centro de carga en el periodo de facturación, cuando la diferencia sea negativa, se considerará como un crédito a favor del cliente, el cual se abonará automáticamente a la medición de energía facturada en cada periodo en cada periodo posterior de facturación, hasta 12 meses máximo. Una vez concluido ese periodo, el cliente recibirá la liquidación del crédito vencido (no abonado tras 12 meses) como se muestra en el ejemplo de historial.

Tabla 2. (NET METERING)

Historial De Facturacion - (Interconexion)							
AaMm	Ttd	kwhInyecta	KwhConsumo	KwhBolsa	KwhRemanen	EstadoRem	FecOper
*1611	060	0	0	0	0		000000 *
*1612	015	0	0	0	0		000000 *
*1702	014	0	0	0	0		000000 *
*1704	017	0	0	0	0		000000 *
*1706	010	0	0	0	0		000000 *
*1708	012	0	0	0	0		000000 *
*1710	017	502	430	72	72	Liquidado	181020 *
*1712	010	361	482	0	0	Aplicado	181116 *
*1802	019	580	323	257	257	Vigente	181221 *
*1804	011	788	243	545	545	Vigente	181221 *
*1806	014	681	672	9	9	Vigente	181221 *
*1808	017	640	531	109	109	Vigente	181221 *
*1810	011	633	337	296	296	Vigente	181221 *
*1812	014	571	418	153	153	Vigente	181221 *

Los conceptos que se muestran en la pantalla son:

- año mes de facturación
- kWh Inyectados que corresponde al consumo de medidor 2
- kWh Consumo que corresponde al consumo del medidor 1
- kWh Bolsa que corresponde a la diferencia entre el consumo del medidor 2 menos el consumo del medidor 1
- kWh Remanente que corresponden a los kWh disponibles para su aplicación en futuras facturaciones.
- EstadoRem que corresponde al estatus de los kWh remanentes de cada facturación. Los estatus son:
 - Aplicado, cuando fue utilizado el total de los kWh remanentes
 - Liquidado, cuando 12 meses posteriores a la generación del remante y habiendo kWh pendientes de aplicar se procede a su liquidación para pago por el PML (Precios Marginal Local) promedio del periodo en el que se generó.
 - Vigente, cuando los kWh remanentes se encuentran disponibles para su aplicación y aun no se han cumplido los 12 meses posteriores para liquidación.
- Fecha de operación que corresponde a la fecha en que se realizó la última afectación del remanente.

Facturación neta (NET Billings)

La energía consumida que CFE entrega y factura al cliente es independiente de la energía que el cliente genera y vende a CFE; es decir, no se compensa (no se resta a tu consumo). Se debe asociar a un contrato de suministro vigente con CFE-SSB.

Para el seguimiento y control en los lineamientos internos para la atención de solicitudes se generarán y utilizarán los siguientes tipos de órdenes, C0C Interconexión Nueva Net Bill BT, C0D Interconexión Existente Net Bill BT, C1C Interconexión Nueva Net Bill MT, C1D Interconexión Existente Net Bill MT.



Ilustración 7. Facturación Neta

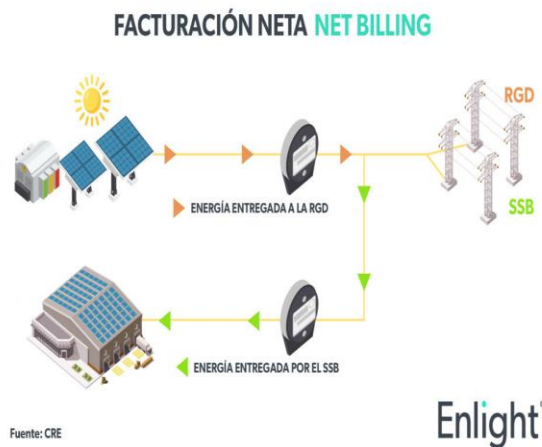


Ilustración 8. (NET BILLINGS)

Venta total de energía

El cliente o generador vende a CFE toda la energía generada. No existe un contrato de suministro de energía eléctrica del cliente o generador con CFE-SSB.



Ilustración 9. Venta Total

VENTA TOTAL DE ENERGÍA



Fuente: CRE

Enlight[®]

Ilustración 10. Venta total de energía

La validación se realiza en el archivo extensión XLS que de forma automática envía el área de Medición, Conexiones y Servicios (MCyS) de su zona a través de GENDIS, utilizando la Guía G-B001-007 GENDIS. PC, de acuerdo con el siguiente proceso:

- a) Que cuente con todos los registros cinco minútales donde se debe de revisar que cuente con 12 registros por hora x 24 horas x los días del periodo. Es decir 288 registros por día, 8,640 para los meses de 30 días y 8,928 para los meses de 31 días. Para los meses de cambio de periodo sumar o restar una hora según sea el caso. Un registro equivale a una fila en Excel.

- b) Que no cuente con registros repetidos (con la misma hora).

- c) Que contenga los registros por hora de kWh y corresponda a periodos de generación de energía eléctrica. Por ejemplo: si el generador exento cuenta con paneles solares, por lo general no debe de contar con registros de energía generada en ningún registro de las 8 pm a las 6 am.

- d) Validar que cuente con todos los registros de PML por hora.

- e) Validar aleatoriamente los registros del PML de la Zona de Carga correspondiente directamente de la página del CENACE.

3.1.2 Donde realizar este trámite

Estos trámites únicamente deben de ser promovidos a través de las ventanillas o módulos en los centros de atención a clientes de CFE Suministrador de servicios básicos.

3.1.3 Tiene algún costo este trámite

Es muy importante mencionar que el trámite de contratación es totalmente gratuito, en caso de que se requiera una evaluación de las redes generales de distribución (RGD) que pudiera tener un costo a cargo del solicitante.

3.1.4 Seguimiento a mi trámite de solicitud de interconexión

Para dar el debido seguimiento en todo momento podrás conocer el estado de tu solicitud marcando a la línea telefónica 071 o directamente acudiendo en ventanilla en los centros de atención a los clientes.



Ilustración 11. Oficinas Generales



Ilustración 12. Línea Telefónica

3.1.5 Tiempo promedio de atención a respuesta a este trámite

El plazo máximo de atención para dar respuesta al cliente es de 13 días hábiles para solicitudes sin opinión técnica (sin contar con los tiempos de construcción de obra).



Ilustración 13. Atención de Solicitudes-Sin Opinion Técnica

Atención de solicitudes de interconexión sin opinión técnica

Y, el plazo máximo de atención para dar respuesta al cliente es de 18 días hábiles para solicitudes con opinión técnica (sin contar con los tiempos de construcción de obra).



Ilustración 14. Atención de Solicitudes-Con Opinion Técnica

Atención de solicitudes de interconexión con opinión técnica

3.2 Requisitos para contrato de interconexión

- Llenar el formato de la solicitud para la interconexión debidamente contestado.

- Croquis de ubicación geográfica de la central eléctrica (ubicación del suministro eléctrico del solicitante).
- Diagrama unifilar de la central eléctrica y, en su caso, centros de carga que compartirán el mismo punto de interconexión/conexión.
- Ficha técnica de la tecnología de generación utilizada.
- Ficha técnica y certificado del inversor de corriente o sistema de adecuación de corriente (si es el caso).
- Si se cuenta con el servicio de energía eléctrica suministrado través de CFE suministrados de servicios básicos, es necesario presentar una copia del último aviso recibo del usuario final (al corriente en sus pagos), cuyo centro de carga compartirá el mismo punto de interconexión/conexión que la central eléctrica. Caso contrario, deberás contar con el registro móvil de usuario (RMU) asignado en tu contrato de suministro.

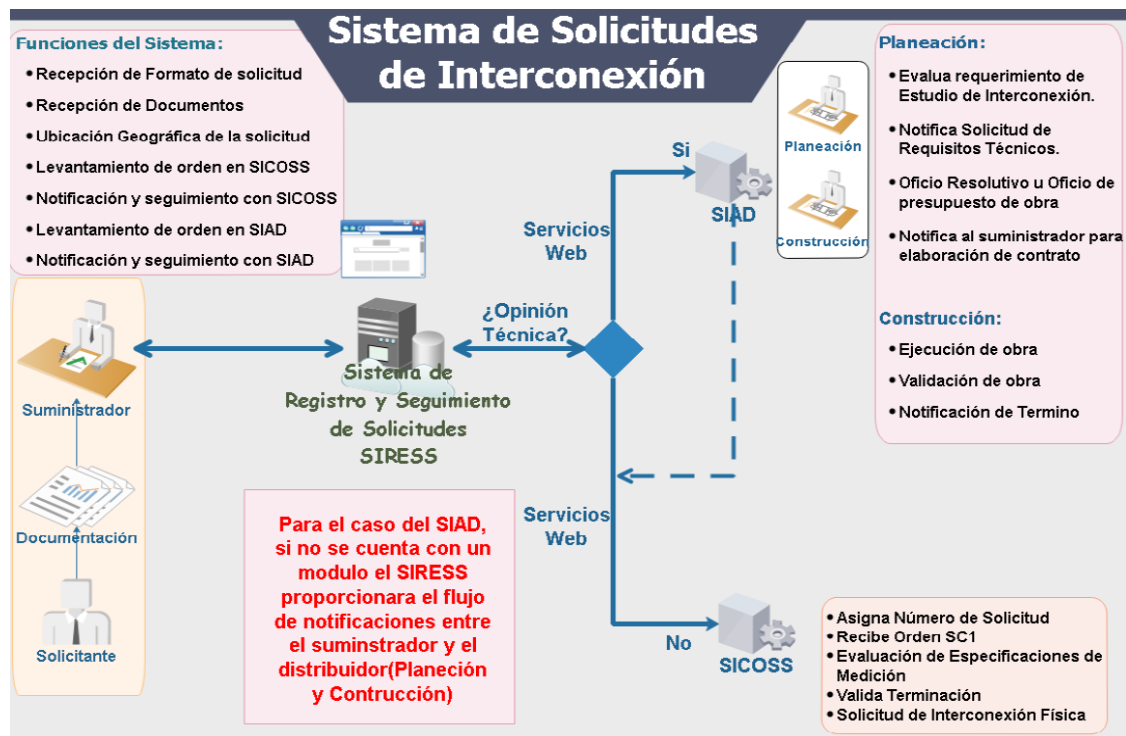
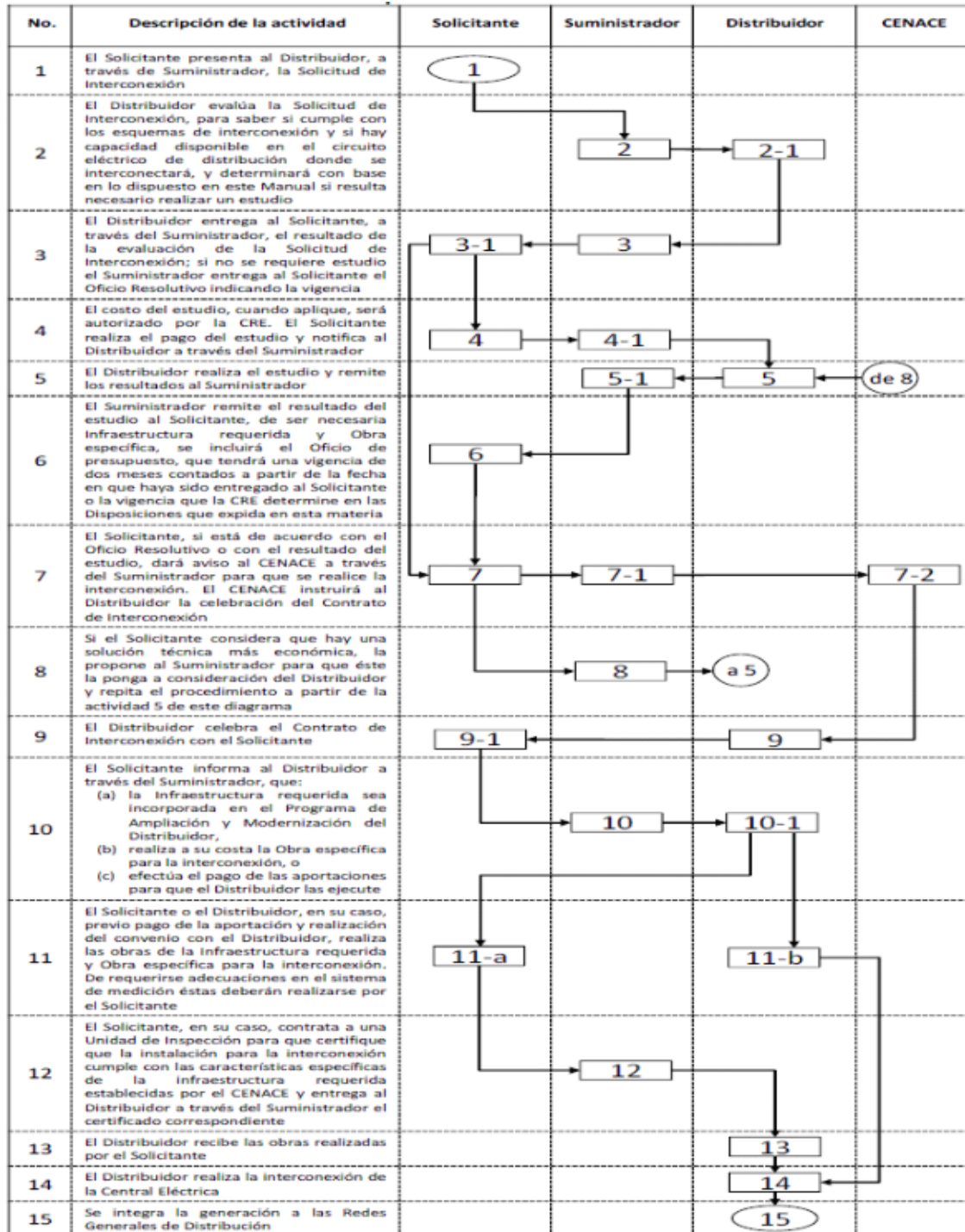


Ilustración 15. Sistemas de Solicitudes de Interconexión

3.2.1 Diagrama de flujo del procedimiento administrativo para la interconexión de centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW

Tabla 3. Diagrama de Flujo para la Interconexión



3.2.2 Solicitudes que NO requieren estudio de interconexión

Tabla 4. NO Requieren estudio de interconexiones

Responsable	Solicitudes que no requieren Estudio de Interconexión (95 % del total de Solicitudes)					
	1	2-3	4-7	8	9-12	13
Suministrador de Servicios Básicos	Recepción de Solicitud y Requisitos		Aplica condiciones para emitir oficio resolutivo, sin opinión técnica	Elaboración del Contrato de Interconexión por parte del Suministrador, recabando la firma del Distribuidor y Solicitante		Elaboración del Contrato de Contraprestación
Distribuidor		Revisión del tipo de medición			Interconexión a la RGD e instalación del equipo de medición	

- Centrales Eléctricas con capacidad de generación menor o igual a la demanda contratada del servicio.
- Centrales Eléctricas con capacidad instalada de hasta 10 kW para servicios en B.T.

Nota: Los 13 días hábiles establecidos como plazo de atención, dependerán del cumplimiento de las obligaciones por parte del Solicitante, tanto para la modificación de sus instalaciones, como para la entrega los requisitos documentales.

3.2.3 Solicitudes que SI requieren estudio de interconexión

Tabla 5. SI requiere estudio de interconexión

Responsable	Solicitudes que requieren Estudio de Interconexión (5 % del total de Solicitudes)					
	1	2-3	4-13	14	15-17	18
Suministrador de Servicios Básicos	Recepción de Solicitud y Requisitos			Elaboración del Contrato de Interconexión por parte del Suministrador, recabando la firma del Distribuidor y Solicitante		Elaboración del Contrato de Contraprestación
Distribuidor		Revisión del tipo de medición	Elaboración de Estudio de Interconexión (Oficio de Presupuesto)		Interconexión a la RGD e instalación del equipo de medición	

			de Obra)			
--	--	--	----------	--	--	--

- Centrales Eléctricas con capacidad de generación mayor a la demanda contratada.
- Centrales Eléctricas que no cumplan con los esquemas d Interconexión establecido.

Nota: Los 18 días hábiles establecidos como plazo de atención, dependerán del cumplimiento de las obligaciones por parte del Solicitante, tanto para la modificación de sus instalaciones, como para la entrega de los requisitos documentales.

3.2.4 Obligaciones del distribuidor derivado del contrato de interconexión

1.- Cubrir los costos relacionados con la instalación del(los) medidor(es) y equipo(s) de medición (transformadores de instrumentos) requeridos para la interconexión de la Central Eléctrica, cuando ésta se encuentra asociada a un contrato de suministro de energía eléctrica (Medición).

2.- Instalar el(los) medidor(es) necesario(s) y llevar a cabo la interconexión de la Central Eléctrica a las Redes Generales de Distribución, previo cumplimiento de los esquemas típicos de interconexión por parte del Solicitante y mantener la interconexión física durante la vigencia del presente Contrato. Para el caso de terminación del presente Contrato, el Distribuidor, podrá sustituir los equipos de medición, debiendo instalar el medidor necesario para continuar, en su caso, con el servicio de conformidad con el contrato de suministro de energía eléctrica (Medición-Operación).

- 3.- Tomar lectura del(los) medidor(es) de forma periódica (en función con el periodo de facturación) y notificar las mismas al Suministrador en tiempo y forma (Servicios al Cliente).
- 4.- Mantener y operar la infraestructura de interconexión asociada a la Central Eléctrica (Operación-Mantenimiento).
- 5.- Notificar con diez (10) días de anticipación al Solicitante la realización de actividades de mantenimiento a las Redes Generales de Distribución que interconecta a la Central Eléctrica en cuestión (Mantenimiento).
- 6.- Notificar al Solicitante los eventos de caso fortuito o fuerza mayor que afecten la interconexión entre la Central Eléctrica y las Redes Generales de Distribución (Operación).
- 7.- Reemplazar, por motivos de falla, obsolescencia o mantenimiento, previa solicitud del Suministrador de Servicios Básicos, los medidores y equipos de medición, colocando los sellos y medidas de seguridad que sean necesarios, sin costo para el Usuario Final (Medición).
- 8.- Suspender el servicio cuando se presente cualquiera de los supuestos aplicables en el artículo 41 de la Ley de la Industria Eléctrica (Medición-Operación).

3.3 Medidores unidireccionales

3.3.1 Medidor de energía eléctrica unidireccional.

El medidor de energía eléctrica utiliza circuitos solidos que producen señales eléctricas cuya frecuencia o fuerza es proporcional al voltaje que se está utilizando, estas señales se convierten en medidas de energía registradas por un indicador

eléctrico, este medidor de potencia mide entonces, en combinación con las pinzas de corriente, los parámetros de corriente, tensión, frecuencia de red y ángulo de fases, calculando las potencias activa, reactiva y aparente, este tipo de medidor está formado por dispositivos de sistemas de luz led que notificara al usuario la presencia o no del consumo eléctrico, con que intensidad se está dando este flujo de energía y en la última instancia la cantidad de energía eléctrica consumida.



Ilustración 16. Medidor Unidireccional Digital



Ilustración 17. Medidor Unidireccional Electromecánico

Los dispositivos electrónicos, Unidireccionales utilizan sistemas de medición que no requieren de partes móviles, estos dispositivos miden el flujo de corriente eléctrica para ofrecer una lectura de consumos y así calcular el pago que deberás hacer a la CFE. Aunque hoy en día todavía tenemos instalados, operando y funcionando dispositivos de medición de tipo electromecánicos Unidireccionales que si cuentan con partes móviles y están siendo reemplazados por los dispositivos digitales que

involucran circuitos electrónicos, y de acuerdo a su construcción y funcionamiento se clasifican en medidores electromecánicos y digitales y miden la energía eléctrica en Kwh, Kw, Kvarh y se les llaman Watthorímetros o Wathorímetros.

Especificaciones:

Medidor Monofásico 120v 15(100) a, 60hz Marca IUSA Modelo CP-16-1S Medidor Electrónico Monofásico para Sistema Interactivo de Medición de Energía Eléctrica, Marca IUSA, Modelo CP-16-1S, Clase de Medidor 15(100)A, 120V., 60hz., 1 Estator, 1 Circuito de Corriente, 2 1.3 Descripción Hilos; Clase de Exactitud 0,5 para Valores Integrados Wh, VARh, Demanda en W Y Valores Instantáneos V, A, W, Var, Hz y F.P., Tipo Enchufe, Forma de Medidor 1S, Hecho En México, Bidireccional. Certificado con la especificación CFE GWH00-09.

3.4 Medidores bidireccionales

3.4.1 Medidor de energía eléctrica bidireccional

Antes de analizar un medidor Bidireccional, es muy importante conocer de donde proviene la energía eléctrica que estamos inyectando a la red, pues bien, esta energía proviene de conversión directa de la energía solar en electricidad, dicho proceso recibe el nombre de “efecto fotovoltaico”. Este proceso no requiere de ningún tipo de combustible, siendo el elemento básico de generación las “celdas fotovoltaicas (FV)”. La celda FV absorbe la energía de los fotones provenientes de la luz del sol, los cuales ponen en movimiento a los electrones que son atrapados por un campo eléctrico interno. Posteriormente, los electrones recogidos en la superficie de la celda generan una corriente eléctrica. Estos medidores son digitales que involucran circuitos electrónicos como son: “**Módulo de Medición**” en donde se

concentran los transformadores y divisores de voltaje resistivos para tomar las mediciones adecuadas. “**convertidor de señales**” que es la encargada de convertir las señales analógicas en señales digitales. “**micro controlador**” que es el encargado de procesar todos los datos digitales obtenidos para realizar las operaciones adecuadas para calcular la energía consumida. “**memoria No volátil (NVRAM)**”: que quien almacena los datos medidos, información sobre el medidor, parámetros para las lecturas y más información disponible.

El medidor bidireccional es un elemento indispensable en cualquier proyecto de energías renovables a nivel residencial, comercial e industrial y tiene la capacidad de diferenciar entre la energía que CFE nos suministra y la energía que recibe o entregan los paneles solares cuando no es consumida en su totalidad por el mismo usuario. Su funcionamiento es simple pero muy importante pues durante el día producimos energía eléctrica con nuestros paneles solares fotovoltaicos, el medidor Bidireccional se encarga de calcular esta energía y restarla al consumo del servicio de luz, si los paneles solares no producen la suficiente energía eléctrica calculada a tus necesidades se consume energía adicional de CFE, pero, al contrario, si los paneles producen energía de mas, envías energía eléctrica sobrante a la red de CFE. Y al final del mes o bimestre según sea el caso se hace un balance, si consumiste más energía CFE te lo factura, si enviaste más energía tendrás un saldo a tu favor.



Ilustración 18. Medidor Bidireccional Autogestión



Ilustración 19. Medidor Bidireccional Multifunción

3.4.2 Lectura de un medidor bidireccional

Para leer correctamente un medidor Bidireccional debes poner atención en el contador principal el cual muestra la cantidad de energía consumida o vertida a la red, de acuerdo a la pantalla que selecciones, buscar en la esquina inferior derecha del equipo, dos números referenciales pequeños que te indican en cual pantalla te encuentras, de ahí se identifica la cantidad de electricidad que has consumido de la CFE desde que instalaron el medidor representada en pantalla como 1.8.0., de ahí buscar el número que indica excedente generada por tus paneles y entregada a la CFE y se encuentra en la segunda opción de la pantalla referente a 2.8.0. Para de ahí examinar en la esquina superior izquierda, las dos flechas en pantalla para

identificar si estamos recibiendo (derecha) o entregando (izquierda) energía eléctrica.



Ilustración 20. Interpretación de Medidor Bidireccional

1.- La CFE instala medidores bidireccionales a los sistemas interconectados de energías renovables, como es el caso de los paneles. Estos medidores muestran 3 mediciones que son muy sencillas de interpretar. La primera la llamaremos la medición neutra. Esta medición arroja ceros en la pantalla con tonalidades negras. Esta medición no aporta nada, solo es un punto de referencia.



Ilustración 21. Paso 1

2.- La segunda medición es la de consumo sin autoconsumo. Esta se puede identificar por lo indicado en amarillo, es decir, el 1.8. Lo marcado en azul es la cantidad de energía que se ha consumido (kWh) desde que se instaló el medidor.



Ilustración 22. Paso 2

3.- La última medición es la de generación. Al igual que la anterior, se puede identificar con el valor 2.8 mostrado en amarillo. El dato en azul es la generación (kWh) desde que se instaló el medidor bidireccional.



Ilustración 23. Paso 3

4.- Para obtener el consumo y la inyección de cada uno de los valores, es necesario restar el valor que sale en este medidor menos la *lectura actual* del último recibo.

3.4.3 Interpretación del 1er. recibo de CFE con paneles solares

Tu primer recibo desde que se aprueba la interconexión va a ser muy diferente a los recibos que anteriormente te llegaban. Primero, lo más importante, es que donde está indicado en rojo salga la leyenda “NETMET” o “fotovoltaico”, esto significa que tus paneles sí serán tomados en cuenta en CFE. Si no está, comunícate con el departamento de customer enjoyment support para proceder a una aclaración. Después, en rojo te muestra la tarifa en la que estás. Los primeros recibos vas a estar en tarifa DAC y por más que produzcan tus paneles no vas a pagar menos de \$550-570 MXN durante este período. Con el tiempo bajarás a tarifa residencial y ahí pagarás entre \$55-90 MXN fijo dependiendo de tu ciudad y de que tus consumos se hayan mantenido de acuerdo a la propuesta. Ahora, es importante saber cuándo fue tu interconexión, en el caso de este cliente fue el 23 de diciembre, sin embargo, su período facturado fue del 10 diciembre 2019-10 febrero 2020. En ese caso el consumo que tuvo en el período del 10 al 23 de diciembre es lo

subrayado en naranja. Lo consumido del 23 de diciembre al 10 de febrero es lo subrayado en fucsia. Y lo producido por los paneles del 23 de diciembre al 10 de febrero es lo subrayado en rosa.

Tabla 6. Recibo 1a. Facturación con Paneles Solares

SAN LUIS POTOSI, SLP		TOTAL A PAGAR: \$1,944 (UN MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 00/100 M.N.)			
NO. DE SERVICIO : 929150909073 NETMET		PERIODO FACTURADO: 10 DIC 19 - 10 FEB 20			
RMU : 78215 15-09-23 XAXX-010101 002 CFE					
TARIFA: DAC		MULTIPLICADOR: 1	LÍMITE DE PAGO: 24 FEB 20 CORTE A PARTIR: 25 FEB 20		
Concepto	Lectura actual		Total periodo	Precio (MXN)	Subtotal (MXN)
	Medida ●	Estimada ●			
Energía (kWh)	00622	00000	622		
	00307	00000	307	108.110	216.22
Cargo fijo (2)	20223	20187	351	4.159	1,459.80
Básico			351		1,676.02
Suma					

Para saber cuánto se consumió en cada período se debe de restar la lectura actual menos la anterior. En este caso se haría de la siguiente manera:

Tabla 7. Resultado de Consumos

Lectura actual (kWh)	Lectura anterior (kWh)	Total
20223	20187	36
622	0	622
307	0	307

Finalmente, para obtener el total de energía se hace lo siguiente: $Consumo\ Total = Consumo\ en\ naranja + Consumo\ en\ café$ Y para obtener tu consumo neto, es decir el que se pagará ante CFE y se muestra en morado es: $Consumo\ neto = Consumo\ Total - Generación\ en\ gris$. Para este caso específico sería:

$36+622=658$ kWh $658-307=351$ kWh Ese consumo neto es el que se cobrará en tarifa DAC, que está entre los 4.3-5.6 \$MXN/kWh dependiendo de la región. También se cobrará una tarifa fija que está en \$232 MXN/bimestre (en 2021). Finalmente se aplica el IVA del 16% y se obtiene el precio que se encuentra en la esquina superior derecha. Para finalizar el ejemplo de este caso, el cargo fijo es de \$216 MXN al mes y se hizo la multiplicación de los 351 kWh x \$4.159 MXN=\$1460 MXN+\$216 MXN=\$1676 MXN. Se le aplica el IVA del 16% y el recibo termina cobrado en \$1944 MXN.

3.4.4 Requisitos para el trámite y obtención de un medidor bidireccional en CFE

Para instalar un medidor Bidireccional es necesario que realices un contrato de interconexión con la CFE, esto solo puede suceder cuando realizas una instalación de paneles solares, ya que implica que estas en capacidad de generar energía eléctrica y que se reducirá tu consumo en la red local y los requisitos son:

- Identificación del solicitante.
- Recibo de pago a la CFE sin adeudos.
- Formato de solicitud de Interconexión.
- Fichas técnicas de los paneles solares e inversores.
- Diagramas de conexión de los paneles solares e inversores.
- Croquis del lugar donde están instalados los paneles solares.
- La Certificación UL-1741 de tus inversores.
- Fotografías de la instalación terminada.

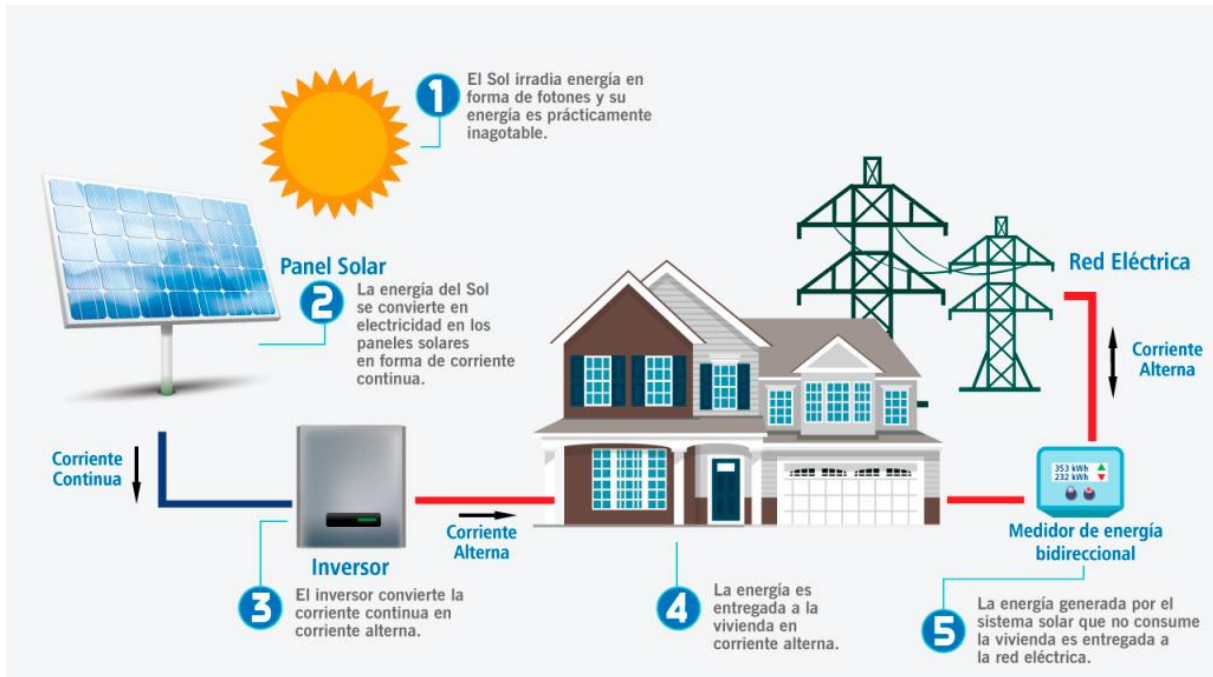


Ilustración 24. Requisitos para tramitar un medidor Bidireccional

Por sí solo, un equipo Bidireccional puede tener un alto costo, sin embargo, es importante saber que la instalación de estos medidores Bidireccionales es totalmente gratuita cuando realizar el contrato de interconexión con la CFE.



Ilustración 25. Medidor Bidireccional-Elster



Ilustración 26. Medidor Bidireccional -Iusa

3.4.5 Tarifas filiales en CFE a considerar

Las tarifas eléctricas son disposiciones específicas que contienen las cuotas y condiciones que rigen los suministros de energía eléctrica y se identifican oficialmente por su número y/o letras según su aplicación, es decir, es el precio que tenemos que pagar por la electricidad que consumimos. El precio final de la tarifa eléctrica parte de la facturación básica a la que se suman algebraicamente los recargos o descuentos correspondientes a los complementos tarifarios existente.

Tabla 8. Tarifas Eléctricas Filiales

Tarifas de Suministro Básico
Nuevo esquema tarifario (Diciembre 2017 - 2018)



Tipo	Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior
General Baja Tensión	PDBT	Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión	2, 6
General Baja Tensión	GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3, 6
General Media Tensión	GDMTO	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión ordinaria	OM, 6
General Media Tensión	GDMTH	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Media Tensión horaria	HM, HMC, 6
Específica Media Tensión	APMT	Alumbrado Público en Media Tensión	5, 5A
Específica Media Tensión	RAMT	Riego Agrícola en Media Tensión	9M
General Alta Tensión	DIST	Demanda Industrial en Subtransmisión	HS, HSL
General Alta Tensión	DIT	Demanda Industrial en Transmisión	HT, HTL
Específica Baja Tensión	RABT	Riego Agrícola en Baja Tensión	9
Específica Baja Tensión	APBT	Alumbrado Público en Baja Tensión	5, 5A

Tabla 9. Tarifas Domésticas Filiares

TARIFAS DOMÉSTICAS

Domesticas: 1 1A 1B 1C 1D 1E 1F
Domesticas de alto consumo: DAC

Aplica los mismos criterios.

Acuerdo 123/2017 por el que se autorizan las tarifas finales de energía eléctrica del suministro básico a usuarios domésticos. DOF: 30/11/2017

Que el Ejecutivo Federal mediante el "Acuerdo por el que se autoriza a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público a establecer el mecanismo de fijación de las tarifas finales de energía eléctrica del suministro básico", estableció que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público podrá determinar un mecanismo de fijación de las tarifas finales de energía eléctrica del suministro básico distinto al establecido por la Comisión Reguladora de Energía, y.

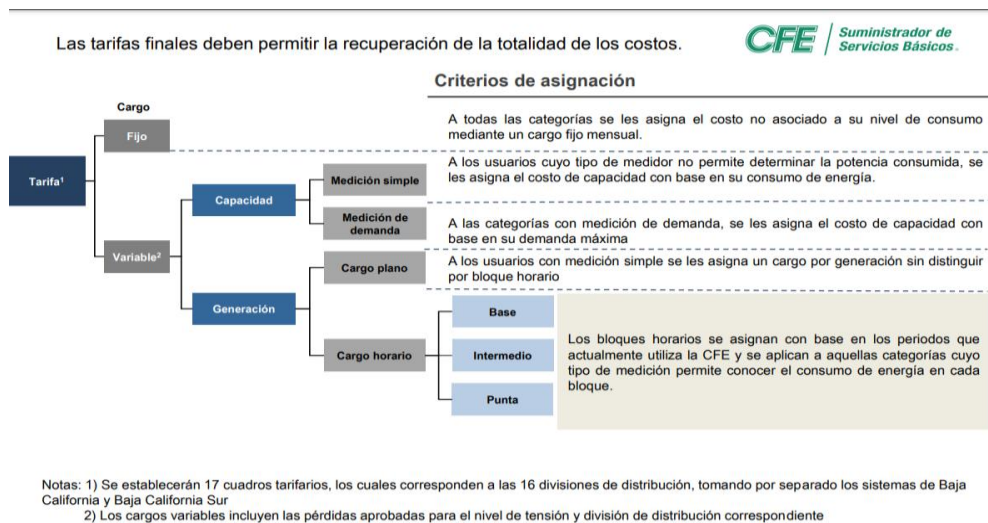
Que es decisión del Ejecutivo Federal emprender, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, las acciones conducentes para coadyuvar a la economía de las familias mexicanas al permitirles el acceso a la energía eléctrica a precios asequibles mediante la publicación de las siguientes tarifas finales del suministro básico de energía eléctrica para uso doméstico, he tenido a bien expedir el siguiente.

Costos en tarifas finales en CFE

CENACE: Es el costo correspondiente por administrar la energía eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista.

Transmisión: Corresponde a los cargos de transporte y transformación de voltaje de energía eléctrica hacia las redes de distribución.

Tabla 10. Costos en Tarifas Finales



Distribución: Es el costo de operación de la empresa de Distribución, representa el costo del uso del conjunto de líneas y redes de Distribución de la energía eléctrica y los centros de transformación que permiten hacer llegar la energía hasta el usuario final.

Suministro: Es el costo de operación del Suministrador Básico, quien se encarga de la facturación, cobranza, atención a usuarios y la adquisición de la energía y productos asociados para satisfacer la demanda de sus clientes.

Generación: Es el costo variable de la energía, asignado por perfil de consumo y precio marginal local (PML).

Capacidad: Es el costo de la potencia (demanda) y se asigna por perfil de consumo del grupo tarifario, con base al tipo de medición ya sea simple o con demanda.

3.5 Calibración de medidores bidireccionales en laboratorio acreditado

Conceptos y definiciones de calibración en medidores bidireccionales

Energías renovables, son aquellas fuentes de energías basadas en la utilización de recursos naturales inagotables como el sol, el viento, el agua y la biomasa vegetal o animal.

Calibración, es el conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.

Certificación, es el resultado de una calibración, es la relación entre las lecturas de un instrumento y los valores indicados por un patrón.

Equipo de medición, es aquel que se emplea para obtener el resultado de una medición.

Instrumento de medición, son todos los dispositivos que se utilizan para medir las magnitudes eléctricas y asegurar así el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

Metrología, es la ciencia que se ocupa de las mediciones, unidades de medida y de los equipos utilizados para efectuarlas, así como de su verificación y calibración periódica.

Trazabilidad, es la capacidad de relacionar los resultados de una medición individual a patrones nacionales o internacionales mediante una cadena ininterrumpida de comparaciones, llamada cadena de trazabilidad.

Medición Bidireccional, funciona en dos direcciones, es decir que no solo mide la energía que fluye de la red al usuario, sino que también la que fluye del usuario a la red, haciendo posible con esto último, la venta de excedentes de energía solar a la red eléctrica convencional.

Carga, es la potencia eléctrica absorbida o transmitida en todo instante por una instalación eléctrica o por un elemento específico de cualquier instalación.

Clase de exactitud, es el número que indica para los medidores multifunción los límites del porcentaje de error permisibles a la lectura para valores descritos.

Corriente de arranque, es el valor mínimo al cual el medidor debe empezar a integrar pulsos en la memoria masiva o energía en Kwh en pantalla.

Corriente máxima, es el valor máximo del corriente marcado en la placa de datos, que admite el medidor en régimen permanente y que debe satisfacer

los requerimientos de exactitud de esta especificación que normalmente es igual al valor de la corriente de clase.

Corriente mínima, es el valor mínimo de corriente que admite el medidor en régimen permanente y que debe de satisfacer los requerimientos de exactitud de esta especificación.

Corriente nominal, es la corriente existente en condiciones normales de operación del equipo de medición y corresponde con la corriente marcada en la placa de datos por el fabricante.

Medidor auto contenido, medidor en el cual las terminales están arregladas para conectarse directamente al circuito que está siendo medido sin el uso de transformadores de instrumentos externos, para aplicaciones en que no se requiere el uso de transformadores de instrumento externo.

Medidor autoalimentado, es el medidor que toma la alimentación auxiliar directamente del circuito de medición de tensión.

Medidor No autoalimentado, es el medidor que toma la alimentación auxiliar de una fuente ajena al circuito de medición de tensión.

Flicker, son fluctuaciones en el nivel de tensión, debidas a la conexión de cargas cíclicas o por oscilaciones sub-armónicas.

Swell, incremento entre 110% y 180% de la tensión nominal a la frecuencia del sistema con un rango de duración de 1.0 ciclos hasta 3 600 ciclos en una frecuencia de 60 Hz.

Iring-b, (inter-range instrumentation group) formato estándar de referencia de tiempo que utiliza una señal portadora de 1kHz con la cual se codifica 100 pulsos por segundo.

Medidor tipo socket, medidor que cuenta con terminales tipo bayoneta dispuestas en su parte posterior para instalarse en las mordazas de una base tipo socket.

Medidor tipo tablero, medidor que tiene sus dispositivos de conexión en su parte posterior sin requerir accesorios adicionales para su conexión y su montaje debe ser embutido en un tablero.

Puerto de comunicaciones en medidor, es el interfaz del equipo con otros aparatos y/o con el operador, para tener intercomunicación directa o remota.

Memoria circular en medidor, espacio de memoria para almacenamiento de datos secuenciales en el que el dato nuevo reemplaza al más antiguo.

Medidor multifunción, integración funcional de capacidades de medición, comunicación local y remota, control de entrada y/o salida almacenamiento y transferencia de datos.

Multimedición, es la capacidad de medir dos o más parámetros eléctricos en forma integrada, instantánea o totalizada.

Operación de modo prueba, es el modo de operación para calibraciones en el que se verifica la respuesta del medidor sin alterar los valores integrados hasta el momento del cambio al modo de prueba.

Perfil de carga, son los valores de demanda correspondientes a todos los intervalos consecutivos del lapso especificado para un periodo determinado.

Integrado de consumos, es el valor de la integral de la variable medida con respecto al tiempo para un intervalo de tiempo cualquiera.

Visualización en pantalla-modo normal, es el modo de visualización en pantalla para desplegado cíclico de variables preseleccionadas para uso continuo.

Visualización en pantalla-modo alterno, es el modo de visualización en pantalla para desplegado cíclico de variables preseleccionadas para verificación funcional, de puesta en servicio, revisión y mantenimiento.

Software propietario, aplicaciones de software cuyo diseño está orientado a la explotación del hardware y el firmware del medidor del fabricante.

CENAM, El centro Nacional de Metrología (CENAM) es el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones. Es responsable de establecer y mantener los patrones nacionales, ofrecer servicios metrológicos como calibración de instrumentos y patrones, certificación y desarrollo de materiales de referencia, cursos especializados en metrología, ensayos de aptitud y asesorías en México.

Acreditación, entidad de acreditación que reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, laboratorios clínicos, unidades de verificación (organismos de inspección), proveedores de ensayos de aptitud, productores de materiales de referencia y organismos de certificación para la Evaluación de la Conformidad.

Patrón de Medición, medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para utilizarse como referencia.

3.5.1 Equipos patrones de calibración en el laboratorio acreditado de metrología en tensión, corriente y energía



Ilustración 27. Laboratorio Metrológico (equipos patrones)

El Laboratorio de Metrología en CFE de la zona Córdoba en donde desarrolle mis Estadías, está estrictamente apegado a la Norma Mexicana aplicable NMX-EC-17025-IMNC-2018 (ISO/IEC 17025:2017) y debidamente avalado y certificado por la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación) quien supervisa que los equipos patrones utilizados tanto en Humedad, Temperatura, Tensión, Corriente y Energía que cumplan con la debida Trazabilidad requerida hacia patrones Nacionales e Internacionales como lo exige el CENAM (Centro Nacional de Metrología), mediante una serie de supervisiones diarias y llenado de bitácoras que avalan el buen funcionamiento de todos y cada uno de los equipos patrones de calibración utilizados dentro del Laboratorio, con la Humedad y temperatura debidamente controlada por Norma, así como también el control de orden

y limpieza tanto de los equipos como del mismo Laboratorio para que con esto se garantice y asegure la correcta utilización de los equipos patrones y de los equipos por calibrar como son los Multímetros digitales de diferentes marcas, modelos, categorías y características (cuenta con 126 multímetros) asegurando una correcta utilización y confiabilidad del trabajador que lo utilizara y total satisfacción del cliente(usuario) al recibir el servicio de energía eléctrica. A la vez también garantizar el cumplimiento de la Norma Mexicana aplicable con las Mesas de Calibración y Equipos Patrones Portátiles de Energía y de los equipos de medición o Watthorímetros de medición de diferentes tipos (socket o tablero), marcas, modelos y características (variedad de equipos), según sean requeridos por el cliente(usuario), para con ello asegurar el correcto funcionamiento y satisfacción del cliente para cumplir con la correcta medición de sus consumos ya sea de forma normal o en equipos de uso Bidireccionales de medición(según lo requiera el cliente/usuario). Además, se validan resultados para asegurar doblemente (Interno y Externo) la conformidad de los resultados, mediante métodos internos tenemos, como son la validación del método utilizado (mediante cálculos), la validación de resultados (bitácoras comparativas) y la validación de resultados entre dos o más signatarios (calibradores). Pero también otras formas de asegurar que las calibraciones sean correctas de forma Externa y son, mediante Intercomparaciones entre Laboratorios acreditados por la EMA y otra forma Externa es la participación de Ensayos de Aptitud en donde participan los Signatarios (calibradores) y los resultados de los Equipos Patrones con un equipo (patrón viajero)en donde también participan Laboratorios acreditados por EMA, además de las Auditorias Anuales Supervisadas y acreditadas por la EMA de forma presencial y física, directamente en el Laboratorio Auditado.

Multímetro digital patrón de referencia de 8 dígitos / marca FLUKE / modelo 5080A



Ilustración 28. Patrón de referencia 8 dígitos Fluke 5080^a

El Multímetro Digital Patrón de Referencia FLUKE 5080 A, es un calibrador multiproducto de alta conformidad que cuenta con circuitería de protección, calibra medidores analógicos y multímetros digitales de 3.5 y 4.5 Dígitos, pinzas Amperimétricas, Osciloscopios de hasta 200 MHz, Watthorímetros, Megóhmetros, con este Equipo Patrón realizamos las calibraciones de multímetros digitales de diferentes marcas, tipos, modelos y características que se tienen en la zona Córdoba considerando Tensión y Corriente (continua y alterna) y Hz, en los parámetros e intervalos acreditados por la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación).

Multímetro digital de 6.5 dígitos-marca AGILENT/ modelo 34401 A



Ilustración 29. Patrón de referencia Agilent 34401A

El Multímetro Digital Patrón de Referencia marca AGILENT technologies, modelo 34401 A es un calibrador multiproducto que le ofrece el rendimiento que necesita para realizar pruebas precisas y rápidas en bancos de trabajo y sistemas, proporcionando una combinación de resolución, precisión y velocidad similar a la de multímetros digitales de la competencia con precios mucho más elevados, es de fácil utilización y sus funciones disponibles son VCA,ACA,VCD,Ohms, Continuidad, Hz, Capacitancia, Diodo, etc. El multímetro Digital marca AGILENT technologies, modelo 34401 A de 6.5 dígitos anteriormente en la CFE era utilizado como Patrón de Referencia siendo este muy exacto en su resolución y resultados de calibración, pero se actualizo nuestro patrón de referencia al Multímetro Digital Patrón de Referencia de 8 dígitos / marca FLUKE / modelo 5080 A por tener aún mejor exactitud en resolución y resultados, actualmente es utilizado el AGILENT como equipo de prueba para validar los métodos internos de calibración y/o intercompararse con el FLUKE 5080 A .

Higrotermometro digital / marca CEM / modelo DT-172



Ilustración 30. Higrotermometro temperatura y humedad

El Higrotermometro DT-172 es un datalogger de Humedad y Temperatura, compacto y fácil de utilizar con el cual se realizan las supervisiones eficazmente de los valores de Temperatura y Humedad permisibles de acuerdo a norma dentro del Laboratorio acreditado de Calibración y debe contar con su certificado de calibración vigente para su utilización, sus características son las siguientes: tiene una memoria de 32,000 valores, el rango de humedad es de 0 a 100 % RH, el rango de Temperatura es de -40 a 70° C , -40 A 158°F, Precisión de Humedad +/- 2 % RH.

Multímetro digital

Un multímetro digital de medición es un instrumento de comprobación utilizado para medir dos o más valores eléctricos, principalmente tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios), pero también es una herramienta de diagnóstico estándar para los técnicos en las industrias eléctricas y electrónicas de corrientes continuas y alternas como también resistencia.



Ilustración 31. Multímetro Digital (funciones)

Categorías de los multímetros digitales

Los multímetros están diseñados y deben de ser utilizados de acuerdo a su categoría de fabricación CAT, esto se refiere a la categoría de sobretensión en la que están clasificados los productos de acuerdo con el nivel de seguridad que cada uno maneja, tanto para el equipo, como para el usuario que lo manipula al hacer mediciones eléctricas y pueden ser CAT I, II, III, IV.

CAT I Equipos de tipo electrónico: Estos son los equipos electrónicos de baja energía con protección limitada contra transitorios.

CAT II Equipos de tipo electrodomésticos PC, TV: Se consideran las tomas de corriente y circuitos de ramal largo o situadas a más de 10 metros (30 pies) de la categoría III y todas las situadas a más de 20 metros (60 pies) de la categoría IV.

CAT III Equipos de tipo del cuadro principal: Circuitos alimentadores y ramales cortos, paralaje del cuadro de distribución, tomas de corriente para electrodomésticos potentes con conexiones “cortas” a la acometida, sistemas de alumbrado en edificios grandes.

CAT IV Equipos de tipo externo o de alimentación: Circuito exterior y acometida, cable de acometida desde el poste al edificio, tramo entre el contador y el cuadro, línea aérea hasta un edificio separado, línea subterránea a la bomba del pozo.



Ilustración 32. Tipo de Categorías en Multímetros

Multímetro digital de 4.5 dígitos / marca FLUKE / modelo 87V



Ilustración 33. Multímetro 4 1/5 dígitos Fluke 87V

El multímetro digital Industrial Fluke 87 V de 4.5 dígitos está diseñado para identificar problemas de señal compleja con rapidez proporcionando la precisión y las capacidades de resolución de problemas necesarias, cuenta con mediciones de frecuencia precisas en controladores de velocidad, termómetro integrado, Picos Min. /Max, resolución de pantalla doble categorías de seguridad eléctrica de CAT III a 1000 V y DE CAT IV a 600 V. Este multímetro digital Fluke 87 V de 4.5 dígitos en CFE se usa para intercompararlo con el multímetro Digital marca AGILENT technologies, modelo 34401 A de 6.5 dígitos y nos sirve como referencia en validación de nuestros métodos de calibración para determinar el correcto funcionamiento de nuestros equipos y con ello creamos una trazabilidad interna dentro de CFE intercomparando nuestros mejores equipos de menor a mayor resolución y viceversa de mayor a menor resolución.

Multímetro digital gancho / marca FLUKE / modelo 323 / 324 / 326



Ilustración 34. Multímetro digital Fluke Mod. 323/324/326

El multímetro digital de gancho marca Fluke en sus modelos 323/324/325 es una pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz, resistencia, confiabilidad y precisión, está diseñada para verificar presencia de corriente de carga, tensión de CA y continuidad de circuitos, conmutadores, fusibles y contactos que soportan hasta 400 amperes en espacios reducidos, actualmente en CFE se manejan una gran variedad de multímetros digitales (126 equipos) de diferentes marcas, modelos, tipos y características, siendo estos multímetros digitales de gancho Fluke modelos 323/324/326 en sus distintos modelos, los más utilizados por su resolución y exactitud en sus calibraciones, además de su fácil transportación al ser de un tamaño razonable y resistentes en su diseño.

Amperímetro de gancho / marca SENSOR LINK / modelos 8-021



Ilustración 35. Amper metro de gancho/Mod 8-021

El amperímetro de gancho marca sensor link modelo 8-021 es una pinza de medición y registro de lecturas a valores de corrientes en B.T., M.T. y A.T. y cuenta con memoria de almacenamiento de datos.

Multímetro digital de gancho / marca HIOKI / modelo 3286-20



Ilustración 36. Amperímetro de Potencia/Hioki

Es un amperímetro de potencia y está diseñado para proporcionar múltiples funciones adoptando una micro computadora de un solo chip, en cualquier punto de un circuito monofásico o trifásico, permite la medición de tensión, corriente, potencia,

factor de potencia, ángulo de fase, potencia reactiva o frecuencia y la secuencia de fases en líneas energizadas.

3.5.2. Informe de calibración en tensión y corriente

Tabla 11. Informe de Calibración en Tensión, Corriente

INFORME DE CALIBRACION								
						Resultado:	#iREFI	
Instrumento:		FLUKE 87 V				Recibido:		09/06/2015
		MULTIMETRO DIGITAL				Fecha de Calibración		09/06/2015
		SERIE No: 375489006				Condiciones Amb.:		22.9 °C 45.0%
						Condición E/D:		Encontrado
Solicitante:		LABORATORIO DE PRUEBAS INTERMEDIAS				Folio		
		LABORATORIO DE METROLOGIA				Prox. Calib.:		16/06/2015
Procedimiento:								
Notas:		Las incertidumbres declaradas en este Informe de Calibración están expresadas para un factor de cobertura k= 2.0 (aproximadamente 95.45 % de nivel de confianza)						
Patrones de Referencia usados (Trazabilidad: patrones del CENAM)								
Inventario	Fabricante:	Modelo:	Descripción:	Fecha de Vigencia.				
TR-457892	AGILENT	34401-A	MULTIMETRO 6 1/2	2016-02-24				
Magnitud: Tensión Eléctrica Alterna								
Datos de calibración y resultados del cumplimiento con las especificaciones								
Intervalo	Lectura del Patrón	Lectura del Instrumento	Error	Incertidumbre	Error	Incertidumbre	RESULTADO	
	V	V	V	V	%L	%L		
60 V a 60 Hz	9.97956	10.016	0.017	0.0047	0.17	0.047	CUMPLE	
600 V a 60 Hz	119.837	120.16	0.13	0.15	0.11	0.13	CUMPLE	
	239.546	240.3	0.35	0.20	0.14	0.084	CUMPLE	
	479.139	480.2	0.29	0.27	0.060	0.056	CUMPLE	
Magnitud: Corriente Eléctrica Alterna								
Datos de calibración y resultados del cumplimiento con las especificaciones								
Intervalo	Lectura del Patrón	Lectura del Instrumento	Error	Incertidumbre	Error	Incertidumbre	RESULTADO	
	A	A	A	A	%L	%L		
6 A a 60 Hz	0.498886	0.5018	0.0018	0.00051	0.37	0.10	CUMPLE	
	0.997856	1.0029	0.0031	0.00078	0.30	0.078	CUMPLE	
	1.49634	1.5035	0.0037	0.0021	0.24	0.14	CUMPLE	
	2.49411	2.500	-0.00025	0.0044	-0.010	0.18	CUMPLE	
Fin de los datos de Prueba								
Calibró:				Vo. Bo.				
ROBERTO PRADO RAMIREZ				ING. JOSE MANUEL VALENCIA GOMEZ				
SIGNATARIO				SIGNATARIO				

En este informe de calibración se concentran los datos generales del laboratorio, del equipo a calibrar, del solicitante, fechas, condiciones ambientales del laboratorio, datos del patrón de referencia, intervalos a considerar, lecturas del patrón y del

instrumento, error, incertidumbres y resultados, así como los nombres y firmas de los signatarios que realizaron y participaron en las calibraciones.

Mesas y patrones de calibración, medidores e informe en energía.

Las mesas de calibración son los instrumentos diseñados para la calibración de medidores de consumos de energía eléctrica, de su diseño se derivan numerosas maquinas, tan complejas y sencillas como el alcance de estas sea el necesario. En la Empresa CFE se cuentan con una gran variedad de Mesas y Equipos portátiles de Calibración que cumplen con la función de Equipos Patrones para lo que fueron diseñados por el fabricante dando constante seguimiento a su estricta Trazabilidad a Patrones Naciones E internacionales (CENAM) y con la Certificación de la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación) para controlar, supervisar, validar y asegurar la correcta registración de sus equipos calibrados para a su vez certificar su correcta registración y concentración de información de los consumos de energía eléctrica entregada y consumida por el cliente (usuario) y en algunos casos la registración y concentración de información de la energía generada, entregada al cliente (carga), consumida por el cliente, y en algunos casos regresada a la red de CFE, en estos casos son energías limpias generadas y se utilizaran medidores con programaciones bidireccionales y estos de igual manera deberán de ser calibrados en estas mesas de calibración.

Mesa de calibración electrónica / marca WECO / modelo 2150



Ilustración 37. Mesa de calibración en energía WECO

La mesa de Calibración electrónica WECO modelo 2150 es una mesa para calibración de medidores monofásicos, bifásicos y trifásicos con gran variedad de características de fases e hilos, formas y conceptos de registración kwh-kw-kvarh mediante un software y un control de bitácora de datos mediante su memoria interna de la mesa, cuenta con un Patrón RM-12 RADIAN de 60-600 VAC, una fuente auxiliar de poder de 80-600 VAC, Corriente de prueba de 0.2 a 100.0 Amperes, Frecuencia de 48-62 Hz, pulso de calibración de 0.00001 Wh , exactitud de 0.1%. Adicionado con doble fotocelda para detección de pulsos automáticamente.

Mesa de calibración electrónica / marca AVO PHAZER / modelo J-120



Ilustración 38. Mesa de calibración ene Energía AVO FHAZER

La Mesa de calibración electrónica / marca AVO PHAZER / modelo J-120 es una mesa para calibración de medidores monofásicos, bifásicos y trifásicos con gran variedad de características de fases e hilos, formas y conceptos de registración kwh-kw-kvarh mediante un software, cuenta con doble detección de pulsos mediante fotoceldas instaladas en diferentes posiciones y un control de bitácora de datos mediante su memoria interna de la mesa, cuenta con un Patrón RM-12 RADIANT de 60-600 VAC, una fuente auxiliar de poder de 80-600 VAC, Corriente de prueba de 0.2 a 100.0 Amperes, Frecuencia de 48-62 Hz, pulso de calibración de 0.00001 Wh , exactitud de 0.1%.

Mesa de calibración múltiple / marca KITRON / modelo KTS-10P



Ilustración 39. Mesa de Calibración KITRON/KTS-10P

La Mesa de calibración múltiple / marca KITRON / modelo KTS-10P es una mesa para calibración de medidores monofásicos, bifásicos y

trifásicos con gran variedad de características de fases e hilos, formas y conceptos de registración en Kwh mediante un software que puede ser operado de uno hasta 10 medidores a la vez simultáneamente y un control de bitácora de datos mediante su memoria interna de la mesa, cuenta con un Patrón RM-12 RADIAN de 60-600 VAC, una fuente auxiliar de poder de 80-600 VAC, Corriente de prueba de 0.2 a 100.0 Amperes, Frecuencia de 48-62 Hz, pulso de calibración de 0.00001 Wh, exactitud de 0.1%., cuenta con lector individual de pulsos por medio de fotoceldas ajustables manualmente y señalización de pulsos en tablero.

Equipo de calibración portátil-carga artificial / marca / modelo 621RC



Ilustración 40. Equipo de Calibración Portátil TESCO 621RC

El equipo de calibración portátil-carga artificial / marca tesco / modelo 621 Rc es un gabinete de calibración de fácil transportación de forma portátil para calibración de medidores monofásicos, bifásicos, trifásicos, auto-contenidos y con porta-

instrumentos que pueden contener un equipo patrón RM-12 RADIANT de 60-600 Vac, una fuente auxiliar de poder de 80-600 Vac, corriente de prueba de 1.2 a 100.0 amperes, frecuencia de 48-62 Hz, pulso de calibración de 1.00001 Wh, exactitud de 0.1 % o reemplazarlo por un equipo patrón RM-11 RADIANT de 60-600 Vac, una fuente auxiliar de poder de 120-240 Vac, corriente de prueba de 0.2 a 50 amperes, frecuencia de 59-61 Hz, pulso de calibración de 0.00001 Wh, exactitud de 0.025 % según sea el caso por el tipo de medidor a calibrar, cuenta con contador de pulsos portátil y un cable swits accionador de pulsos manuales.

3.5.3 Medidores –wathorímetros digitales y multifunción bidireccionales

Medidor –wathorímetro digital / marca IUSA /modelo 1S

EL Medidor –Wathorímetro digital / marca IUSA /modelo 1S es un medidor monofásico denominado auto-contenido en el cual las terminales están arregladas para conectarse directamente al circuito que está siendo medido sin el uso de transformadores de instrumentos externos y se denomina de tipo socket por que cuenta con terminales de tipo bayoneta dispuestas en su parte posterior para insertarse en las mordazas de una base enchufe, entre sus características se define la clase de exactitud, corriente nominal, corriente máxima y corriente mínima, su número de serie, marca, código de medidor, código de lote, interfaz, fase , hilos , elementos, operación de modo alterno, operación de modo normal, pulsos, firmware o memoria, constante de registro, constante energía, constante de pruebas de calibración, carga alta al 100 % de la corriente nominal y al 100 % de factor de potencia, carga inductiva al 100 % de la corriente nominal y al 50 % del factor de potencia, carga baja al 10 % de la corriente nominal y al 100 % de su factor de potencia, registro que concentra la cantidad de energía eléctrica registrada por el medidor y medida en Wh.



Ilustración 41. Medidor Digital AUTOGESTION Bidireccional

Medidor –wattorimetro digital / marca IUSA / modelo 16 S

El medidor Wattorimetro digital marca IUSA modelo 16S es un medidor autocontenido polifásico que puede ser de dos fases 3 hilos o de 3 fases a 4 hilos, entre sus características se define la clase de exactitud, corriente nominal, corriente máxima y corriente mínima, su número de serie, marca, código de medidor, código de lote, interfaz, fase, hilos elementos, operación en modo alterno, operación en modo normal, pulsos, firmware o memoria constante de registro, constante de energía, constante de pruebas de calibración, carga alta al 100 % de la corriente nominal y al 100 % de factor de potencia, carga inductiva al 100 % de la corriente nominal y al 50 % del factor de potencia, carga baja al 10 % de la corriente nominal y al 100 % de factor de potencia, registro que concentra la cantidad de energía eléctrica registrada por el medidor y medida en Wh, este cuenta con terminales para insertarse en las mordazas de la base socket a 5 o 7 terminales.



Ilustración 42. Medidor Bidireccional Marca IUSA

Medidor –wattorimetro kwh-kw-kvarh / marca ABB / C.M. KP2W

El medidor wattorimetro auto-contenido digital marca ABB tipo ALPHA modelo KP2W es un medidor trifásico de 7 terminales en el cual las terminales están arregladas para conectarse directamente al circuito que está siendo medido sin el uso de transformadores de instrumento externos y se denomina de tipo socket por que cuenta con terminales de tipo bayoneta dispuestas en su parte posterior para insertarse en las mordazas de una base enchufe, entre sus características se define la clase de exactitud, corriente nominal, corriente máxima y corriente mínima, su número de serie, marca, código de medidor, código de lote, interfaz, fase, hilos, elementos, operación en modo alterno, operación en modo normal, pulsos, firmware o memoria, constante de registro, contante de energía, constante de pruebas de calibración, carga alta al 100 % de la corriente nominal y al 100 % de factor de potencia, carga inductiva al 100 % de corriente nominal y al 50 % del factor de potencia, carga baja al 10 % de la corriente nominal y al 100 % de su factor de

potencia, registro que concentra la cantidad de energía eléctrica registrada por el medidor y medida en kwh y la potencia medida en su demanda máxima kW y los reactivos medidos en kvarh, provisto con aditamentos mecánicos, aldabas de prueba para pruebas de calibración, también cuenta con un mecanismo frontal de reseteo de la demanda de forma manual o en automático por software, cuenta con dos relevadores de salida para el control de cargas, alertas al usuario o fin de intervalos, cuenta con una tarjeta opcional, cuenta con una pantalla electrónica de LCD que muestra un identificador numérico, lecturas en modo normal o alterno, indicador de pulsos, modo de error, modo de pruebas, flujos de energía mediante los emuladores y se pueden extraer los datos del medidor mediante una PC portátil o de escritorio configurada, provista de un lector óptico de datos de esta manera podemos exportar la información guardada en su convertidor analógico (memoria interna) a un programa adicional para la próxima facturación, su vida útil es de a 20 a 25 años y puede ser programado y utilizado en servicios Bidireccionales si así lo solicitara el cliente (usuario).



Ilustración 43. Medidor Bidireccional ABB Auto contenido

Medidor multifunción kwh-kw-kvarh / marca ION / modelos 8600 y 8650

Los medidores multifunción de tipo socket o de tipo tablero de la marca Schneider Electric modelos ION SETUP tipos 8600 y 8650, son los equipos más comunes y utilizados por CFE para sus clientes internos y externos, aunque se cuenta con más tipos de medidores de diferentes marcas como son: KITRON, ARTECHE, G.E., LANDYS&GYR, SCHLUMBERGER, de las mismas características requeridas por CFE y por los clientes. Son medidores considerados como analizadores de red avanzados y se utilizan para el monitoreo de redes eléctricas en sistemas de generación, transmisión, distribución, son ideales para grandes y pequeñas centrales de generación de energía y en aplicaciones de cogeneración donde es necesario medir con precisión la energía de forma bidireccional tanto en la etapa de generación como en modo de espera. Este medidor entrega herramientas para gestionar complejos contratos de suministro de energía eléctrica que incluyan compromisos de calidad de la energía y permite la integración con nuestro software de gestión de energía ION Enterprise y otros sistemas SCADA a través de múltiples canales de comunicación y protocolos.



Ilustración 44. Medidor Bidireccional Mod/8650



Ilustración 45. Medidor Bidireccional Mod/ION 8600

Aplicaciones:

Facturación de Energía

Co-generación y Generación independiente

Monitoreo del cumplimiento de las normativas

Análisis de calidad de energía

Control de la demanda y factor de potencia

Corrección para mejorar la precisión de los TC

Características:

Precisión y clase 0,2 S

Calidad de la energía

Grabación digital de fallas

Protocolo de comunicaciones

Múltiples Tarifas y tiempos de uso

Resumen de calidad de potencia

Integración con software de control y gestión

Compensación de pérdidas y corrección de la precisión del transformador

Notificación de alarmas vía-e-mail

3.5.4 Informe de calibración en energía

En este informe de calibración se concentran los datos generales del laboratorio, del equipo a calibrar, del solicitante, fechas, condiciones ambientales del laboratorio, datos del patrón de referencia, intervalos a considerar, lecturas del patrón y del instrumento, error normalizado, incertidumbres y resultados, así como nombres y firmas de los signatarios que realizaron y participaron en las calibraciones de Energía.

Tabla 12. Informe de Calibración en ENERGIA

INFORME DE CALIBRACION					
				Resultado:	CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE
Instrumento:	MEDIDOR ELECTROMECHANICO		Fecha de Calibración	09/02/2015	
Serie:	L9555A		Condiciones Amb.:	22.3 °C	49.1%
Marca:	G. E.		Condición E/D:	Encontrado	
Cod. Medidor:	F121	Tipo:	S	Folio	0015
Solicitante:	LABORATORIO DE METROLOGIA		Fecha de recepción	09/02/2015	
				Prox. Calib.:	16/02/2015
Procedimiento: Comparación directa					
Notas:	Las incertidumbres declaradas en este Informe de Calibración están expresadas para un factor de cobertura k= 2.0 (aproximadamente 95.45 % de nivel de confianza)				
Patrones de Referencia usados (Trazabilidad: patrones del CENAM)					
Inventario	Fabricante	Modelo	Descripción	Fecha de Vigencia.	
100854	WECO	1520	Patrón Electrónico	2015-10-15	
Datos de la prueba y resultado del cumplimiento con sus especificaciones.					
Resultados de la prueba a 60 Hz, expresados en porcentaje de error de registración.					
LECTURAS	Wh				
C.A.	1.791271	Corriente	120 V F.P. 1, 0	120 V F.P. 0,5	
C.I.	1.797753	15 A	0.49	0.12	
C.B.	1.806721	1.5 A	-0.37		
Incertidumbre en %; con k=2,0; para un NC aproximado del 95%					
		Corriente	120 V F.P. 1, 0	120 V F.P. 0,5	
		15 A	+/- 0.049	+/- 0.051	
		1.5 A	+/- 0.049		
Fin de los datos de prueba					
Calibró:			Vo. Bo.		
ROBERTO PRADO RAMIREZ			ING. JOSE FRANCISCO GONZALEZ H.		
SIGNATARIO			SIGNATARIO		

CAPÍTULO 4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

4.1 Resultados

En este proyecto de mis estadías pude investigar y aportar opiniones de mejora mediante el análisis FODA a cada uno de las actividades y los trabajos secuenciales que se llevan a cabo dentro de la empresa con el apoyo y seguimiento de nuestro asesor Industrial tanto en el área comercial, planeación, distribución y laboratorio de metrología de medición en donde se documentan todos los expedientes necesarios para llevar a cabo el trámite de interconexión entre el cliente y CFE, considerando todos los requisitos necesarios que se debe cumplir tanto por el cliente como por la CFE, en la parte física con los paneles fotovoltaicos instalados por el cliente y en la parte documental con los expedientes solicitados al cliente como los planos detallados y documentación requerida de los equipos, del servicio y documentación personal del solicitante para ser supervisados también de forma física en el domicilio estipulado y aprobados en su totalidad, con las debidas correcciones observadas si fuera el caso en los tiempos y plazos estipulados, como resultado con dicho análisis y opiniones de mejora se logró agilizar el tiempo en tramites documentales y de supervisiones físicas, también, anteriormente el equipo de medición se le solicitaba al cliente quien tenía que adquirirlo con el fabricante a su elección que cumpliera con los requisitos y especificaciones requeridas y nos era entregado a CFE para su calibración, como resultado a este punto también, la CFE decide agilizar este trámite proporcionando ahora CFE el equipo de medición adecuado, sin costo adicional al cliente y es llevado al laboratorio de metrología en zona Córdoba acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación, se calibra ante patrones con trazabilidad en Tensión, Corriente, Hz, Energía, y una vez que es calibrado y cumple con las especificaciones del fabricante e intervalos validados por la EMA, se procede a elaborar su certificado de calibración y etiquetado del medidor

Bidireccional que será instalado en el nuevo contrato de Interconexión finalizando con una evaluación de desempeño que demuestra la satisfacción del cliente.

Como resultado se creo un análisis FODA en donde se encuentran las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas que existen en la empresa CFE para el proceso de contratación de interconexión y selección del equipo de medición a utilizar, que dio opciones de mejora continua a los procesos.

Tabla 13. Análisis FODA de la empresa

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Ética profesional de los trabajadores • Eficacia y eficiencia en el trabajo diario de calibración de medidores • Constancia de habilidades laborales de los trabajadores. • Cartas de Confiabilidad y confidencialidad de los trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento laboral en departamento de Medición • Conocimientos de Calibración como Signatario • Incentivos personales • Supervisiones
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Poco personal en supervisión de proyectos fotovoltaicos documentales en la planeación. • Poco personal en supervisiones físicas de proyectos fotovoltaicos en equipos eléctricos. • Falta de equipos de medición Bidireccional para interconexiones residenciales, comerciales e industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de medición que no cumplan con sus especificaciones de fabricación. • Equipos de medición de baja calidad materiales y en sus partes de fabricación. • Equipos de medición que no cumplan los intervalos de calibración según sus especificaciones del fabricante.

Así mismo, se interpreta que existen fortalezas en donde son base del buen funcionamiento del área como lo son la disciplina, la constancia, la eficacia y eficiencia en el trabajo diario y la excelente comunicación entre todos.

De igual manera, existen debilidades que hay que trabajar en conjunto para evitarlas o eliminarlas y que se vuelvan fortalezas u oportunidades como lo son, el que los trabajadores tengan confianza de más entre ellos que se pierdan el respeto o prefieran tomar una actitud informal, entrar en el círculo de la indisciplina y afecte en su desempeño laboral.

Como oportunidades que se detectan está el crecimiento individual constante dentro de la empresa, de la mano, el ascenso económico individual o grupal e incentivos que se pueden obtener por su buen desempeño u otras cualidades.

En toda empresa también existen amenazas, en este caso, es el levantamiento de actas administrativas y sanciones al cometer errores o faltas injustificadas.

Finalmente, gracias a este análisis obtuvimos resultados satisfactorios para todos los procesos involucrados dentro de CFE, en donde se observa y se detecta el principal problema al que nos referimos, el cual es, la falta de comunicación efectiva para el cumplimiento de un buen proceso de comercialización de la empresa hasta el consumidor final, en donde consideramos que con el análisis FODA se dio como resultado muchos puntos importantes de mejora continua a todo el proceso.

Fecha: 11 DE MAYO 2021 Número de Solicitud: J140300716

I. Datos del Solicitante
 Nombre, Domicilio y Puntos: García Ramírez Ana María
 Domicilio: Av. Principal, San Miguel el Grande, Veracruz
 Teléfono: 55 4466 0344, Correo Electrónico: mtz.gap@gmail.com

II. Datos de Contacto
 Nombre: Arellano Juárez María de la Paz
 Puesto: Operaciones
 Calle: Flores Magón, Número exterior: 1624, Número interior: , Código Postal: 91919
 Colonia/Delegación: Ignacio Zaragoza, Veracruz, Estado: Veracruz
 Teléfono: 22 82 51 22 78, Correo Electrónico: operaciones2@etesa.mx

III. Datos de la Solicitud
 Modalidad de la Solicitud: Baja Tensión Media Tensión

IV. Utilización de la Energía Eléctrica Producida
 Consumo de Energía de: Consumo de Energía de Carga y Venta de Excedentes Venta Total

V. Datos del Servicio Suministrado Actual
 Registro Público de Usuarios (RPU): 87617000297, Nivel de Tensión de Suministro: 220 V

VI. Central Eléctrica
 Fecha estimada de Operación Normal (DORMICIO): 24 DE MAYO 2021, Capacidad Bruta Instalada (kW): 1.20 kW, Capacidad a Incrementar (kW): 0.0, Generación Promedio Mensual Estimada (kWh/Mes): 10,000 kWh/año

VII. Manifestación de Cumplimiento de las Especificaciones Técnicas Generales
 Manifiesto bajo protesta de decir la verdad que la Central Eléctrica cumple con las Especificaciones técnicas requeridas de acuerdo a las disposiciones aplicables.

Tecnología para generación de energía eléctrica:
 Solar Biomasa Otro
 Eólica Cogeneración Especificar

Nº de unidades de generación	Combustible primario	Combustible secundario
1	06.8028540	18.7865286
2		
3		
4		
5		
6		

Arellano Juárez María de la Paz
 Representante legal (El solicitante) (El solicitante declara que la información proporcionada en la presente solicitud es apropiada, precisa y verídica. El solicitante acepta que los datos proporcionados sean utilizados para fines a cargo legalmente establecidos, en caso de ser requeridos. El solicitante manifiesta que los datos proporcionados, se añaden a los bases de datos del suministrador cuando se tiene un contrato de interconexión suscrito. El solicitante deberá proveer a su presente solicitud, la información técnica requerida en el documento "Información Técnica Requerida para Conexión Eléctrica".)

[Firma]
 Nombre: Arellano Juárez María de la Paz
 Cargo: Operaciones
 Fecha: 11 de Mayo 2021

[Firma]
 Nombre: A. Arellano Juárez
 Cargo: Jefe de Área
 Fecha: 11 de Mayo 2021

RECIBIDO
 11 MAYO 2021
 AGENCIA CUITLAHUAC
 CAJA

Ilustración 46. Formato de interconexión

Se formaliza la entrega de documentación requerida a los clientes con este formato interno por CFE en el área comercial con firmas del cliente y del colaborador asignado por CFE quien sella de recibido, respaldando y validando toda la documentación presentada y entregada por el cliente.

```

C.F.E.      4G-14G      Sistema de Control de Solicitudes 4G  SC700  SIC055
Orden:J1403007116      * OTROS SERVICIOS*      * 1 PENDIENTE      CCC215
****Orig:SIR***** SCL VALIDA INTERCONEXI***Munic:YANGA      ****
* R.P.U.:876170900297  RMU:                                     Telef:5544660344 *
* Nomb:GARCIA RAMIREZ ANA MARIA      Tarifa:1A Hilos:2 Tel2:0000000000 *
T.F.S.B.:      TipoSer:3  BAJA-BAJA
* Direcc:AV PRINCIPAL S/N CP.94931      Mail:
* Calles:      Obs-Cap:ES UNA SCL CON RPU PARA S
* Colonia:Q01 SAN MIGUEL EL GRANDE      Cuenta:17D1146221700307
****Instrucciones:***** Fec Sol:20210511 - Hora Sol:11:10****
*SI21051111062869|CAP_BRUTA_INST:1.72 KW|GEN_PROM_MEN:30.935 KWH|UNID_GEN:4|TI*
*O_TEC:SOLAR| CAP A INCREMENTAR 9 CAP INSTALADA 1.720 GENERACION PROM MENSUAL *
* 30.93592
*
***** Medidores Reportados *****
*Tp Numer Lect Sello Tp Numer Lect Sello * Tablilla *
*1 A059MJ 09474 * * * * * * Gabinete *
*2 A059MJ 00000 * * * * * * 1 Transf *
*3 A059MJ 00000 * * * * * * 2 Transf *
* * * * * * 3 Transf *
*
*
F3:ConsSicom F4:InfPartic F5:ModDatGen F6:ModStatus
***<F1>.Graba*****F7:CapSolInf*****<Esc>.<Enter>: *

```

Ilustración 47. Validación para contratación bidireccional

Se valida la interconexión mediante una orden de atención SC1 generada por el área comercial en donde CFE internamente solicita al departamento de medición la supervisión física de la instalación del cliente, tanto en la instalación y preparación de sus normas y selección del equipo de medición.

```

C.F.E.      4G-14G      Sistema de Control de Solicitudes 4G  SC700  SIC055
S. Distribucion      * OTROS SERVICIOS*      * 3 TERMINADA      CCC201
Orig:SIR      SCL VALIDA INTERCONEXI      Munic:YANGA
Orden:J1403007116      Entre Calles:
Nomb:GARCIA RAMIREZ ANA MARIA      Obs-Cap.:ES UNA SCL CON RPU PARA S
Dir:AV PRINCIPAL S/N CP.94931      Colonia:Q01 SAN MIGUEL EL GRANDE
Fecha Sol:20210511-Hora Sol:11:10
Visitas Resultado Asignacion Terminacion Cuid Apot Descp
Uno: NORMAL 120/CORRECTO 20210511 12:30 20210511 12:30 45 SINGUA 90200
Desi:
Trec:
Contro:
Flacha Arr/Ab: Visualiza Visitas (Anon)
Trabajo Cat-222 Equipo Cat-215 Causas Cat-213
BV VERIFICAR SUMINISTRO 10 MEDIDOR 26 CLAVE INVALIDA 2132G
BV TOMAR LECTURA 10 MEDIDOR
Observacion:SE VERIF SERV Y ENCONTRÓ EL MEDIDOR A059MJ LECT 9474
TIENE MEDIDOR AUTOGESTION INSTALADO Y OPERANDO
CUMPLE CON LA NORMATIVIDAD
<Enter> Continua <Esc> Salir

```

Ilustración 48. SC1 Parte 1

Se visita al cliente con la orden SC1 validación de interconexión por el departamento de medición y se aprueba o rechaza su nueva contratación.

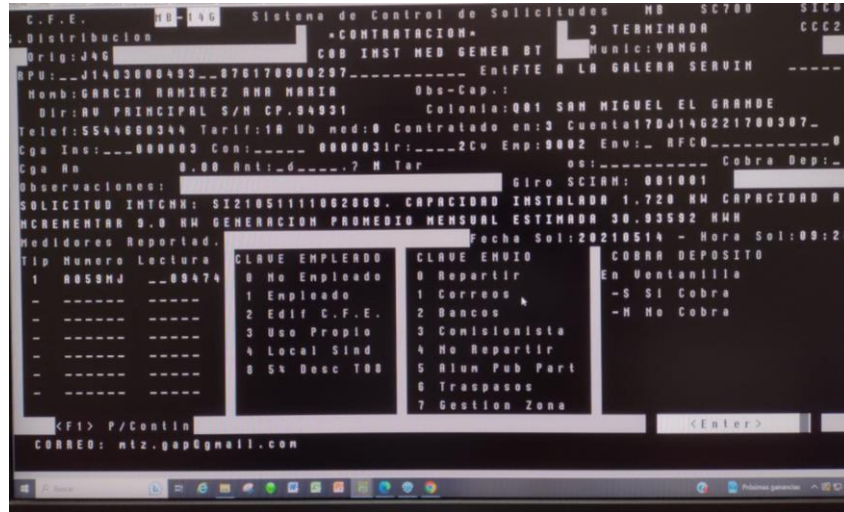


Ilustración 49. Contrato bidireccional

Una vez validado y aceptada la SC1 se procede por el departamento comercial a la generación de la orden C0B para la conexión del equipo de medición bidireccional por el departamento de medición.

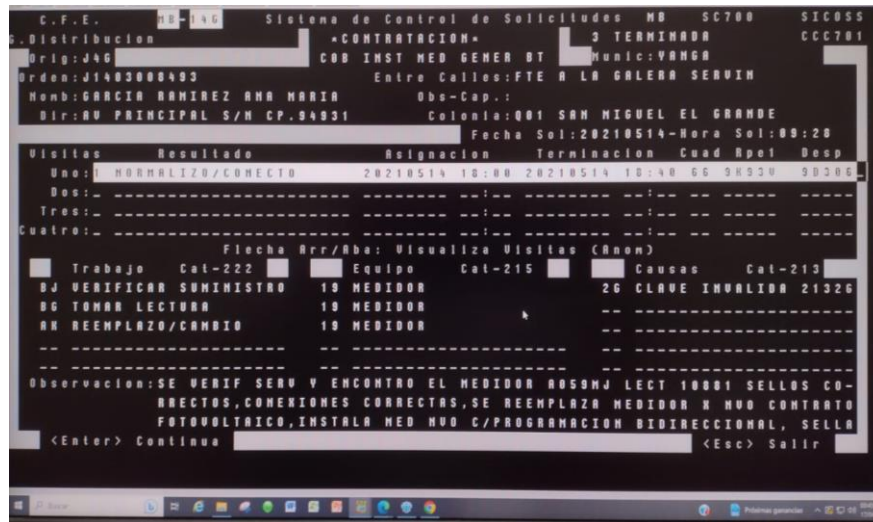


Ilustración 50. Detalles de contratación bidireccional

se procede a la conexión e instalación del nuevo equipo de medidor con programación bidireccional, mediante la orden C0B atendido por el departamento de medición.

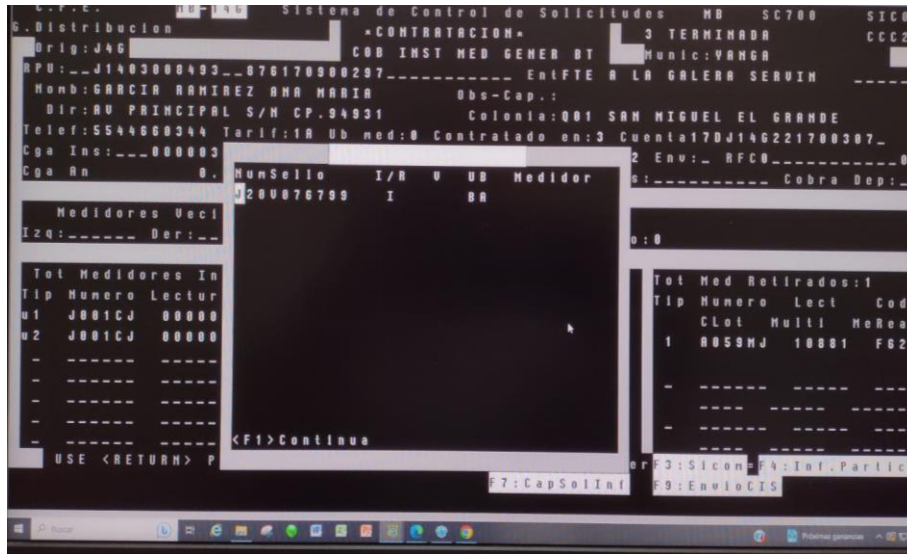


Ilustración 51. Contrato final

Formalización de la interconexión bidireccional mediante la orden COB terminada.

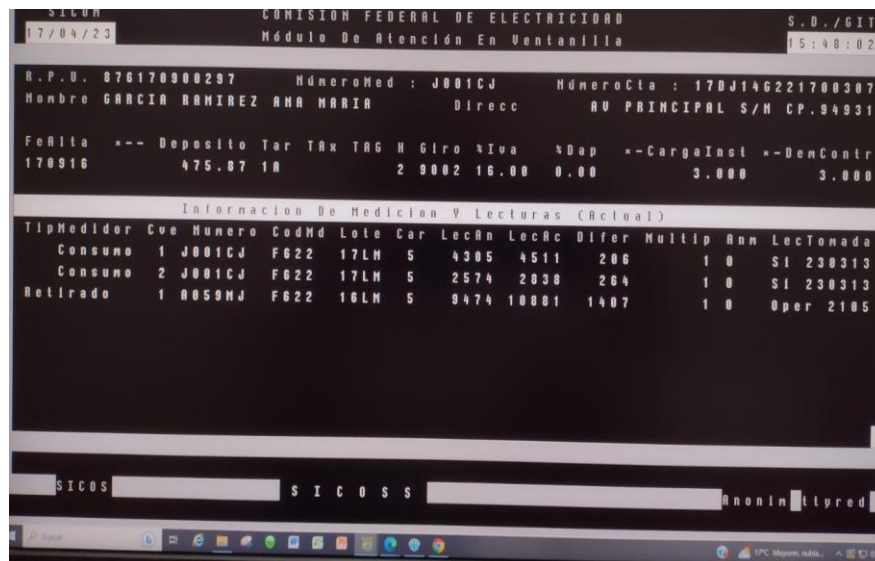
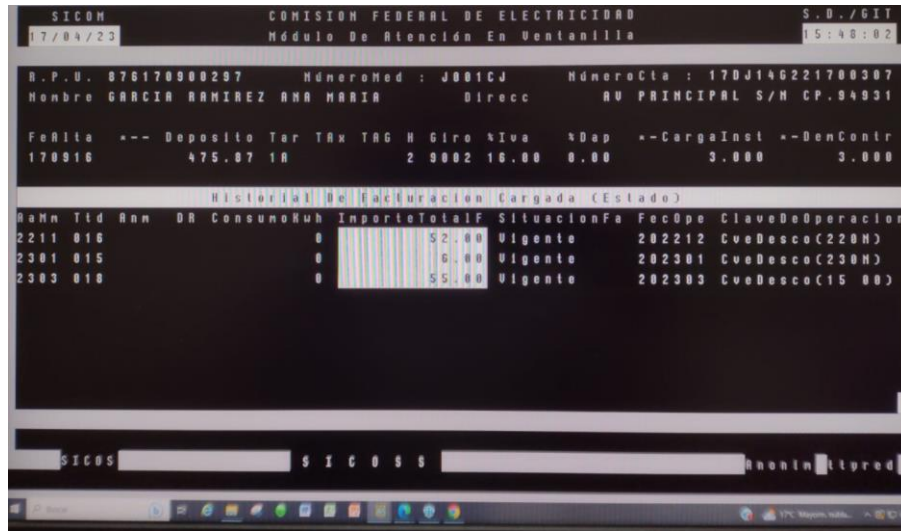


Ilustración 52. Facturación 1-2

Facturación en CFE como nuevo cliente interconectado con medición bidireccional consumo 1.- 1.80 consumo del cliente, consumo 2.- 2.80 generación del cliente.



SICOM COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD S.D./GIT
17/04/23 Módulo De Atención En Ventanilla 15:48:02

N.P.U. 078170900297 NúmeroMed : J001CJ NúmeroCta : 170J146221700307
Nombre GARCIA RAMIREZ ANA MARIA Direcc BU PRINCIPAL S/H CP.94931

FeRita --- Deposito Tar TAX TAG H Giro Viva VDep --CargaInst --DenContr
170916 475.07 1A 2 9002 10.00 0.00 3.000 3.000

Historial De Facturación Cargada (Estado)

Ann	Tld	Ann	DR	ConsumoKwh	ImporteTotalF	SituacionFa	FecOpe	ClaveDeOperacion
2211	016			0	52.00	Vigente	202212	CveDesco(220H)
2301	015			0	6.00	Vigente	202301	CveDesco(230H)
2303	018			0	52.00	Vigente	202303	CveDesco(15 00)

SICOS S I C O S S Anonin l tyred

Ilustración 53. Facturación bidireccional

Facturación en CFE como nuevo cliente interconectado con medición bidireccional, pago de energía eléctrica del cliente al mínimo.

Equipos utilizados en la calibración del laboratorio metroológico

- Multímetro digital Marca FLUKE modelo 323/324/326
- Multímetro digital FLUKE 87 V / resolución a 4 dígitos
- Multímetro digital FLUKE 5080 A resolución a 8 dígitos
- Multímetro digital de gancho HIOKI / modelo 3286-20
- Multímetro digital AGILENT resolución de 6.5 dígitos
- Higrotermometro Temperatura-Humedad CEM-172
- Medidor Multifunción Schneider Electric-ION/8650
- Medidor testigo Watthorimetro / ABB / 1S / KP2W
- Medidor-Watthorimetro / IUSA / 16S / F622 / FD22
- Medidor Multifunción Schneider Electric ION/8600
- Medidor testigo Watthorimetro / IUSA / 1S / F122

- Mesas de calibración, Weco, Avo Phazer, Kitron, Tesco.
- Equipo Amper metro p/ corrientes B.T.-M.T. / m-8-02.
- Medidor Bidireccional/especificaciones técnicas del fabricante.

4.2 Conclusiones

En este proyecto de estadía se investigaron y analizaron los documentos solicitados a los nuevos clientes de CFE, así como los requisitos contemplados en los reglamentos y normas externos, que permiten coadyuvar el seguimiento de instructivos y procedimientos documentales internos que deben cumplir los futuros usuarios de una Interconexión Bidireccional de equipos fotovoltaicos.

Y a su vez, se elige el equipo de medición a utilizar que cumpla con las especificaciones técnicas del equipo fotovoltaico instalado por el cliente y las especificaciones del fabricante del medidor, para que con ello CFE pueda proceder a la calibración del medidor nuevo en el laboratorio de metrología dando certidumbre a la trazabilidad de sus equipos patrones, emitiendo un certificado de validación de la calibración del equipo de medición y enviando al software del medidor la programación de tipo Bidireccional asegurando con esto una correcta medición.

4.3 Mejora continúa

Ante todo, el proceso de investigación y de lectura de las leyes, reglamentos, procedimientos e instructivos internos y externos y las facilidades para verificar expedientes internos ya concluidos y otros en proceso de aceptación entre las partes he llegado a la conclusión que existen métodos de mejor continua que pude observar y opinar y comentar con mi asesor empresarial y que los tomo en

consideración y anoto para poder llevarlos y transmitirlos a oficinas divisiones y puedan ser anexados en nuestros documentos internos autorizados como son los instructivos y procedimientos para agilizar los trámites tanto documentalmente como físicamente en las supervisiones eléctricas, logrando así más satisfacción de nuestros clientes.

4.4 Bibliografía

Arteaga, G. (2022, marzo 3). Limitaciones en la investigación - Tipos con ejemplos. TestSiteForMe. <https://www.testsiteforme.com/limitaciones-de-la-investigacion/>

CFE. (2023). Comisión Federal de Electricidad. Obtenido de <https://www.cfe.mx/nuestraempresa/Pages.aspx>

CFE. (s.f.). CFE GWH00-78 Watthorímetros Eléctricos Monofásicos y Polifásicos de Clase de Exactitud 0,5 . México.

Euroinnova Formación. (2022). licenciatura en desarrollo humano. Euroinnova Business School. <https://www.euroinnova.mx/blog/que-es-el-cuestionario-en-una-investigacion>

Google Maps. (s/f). Google Maps. Recuperado el 18 de abril de 2023, de <https://www.google.com/maps/search/prolongaci%C3%B3n+de+la+avenida+3+entre+calle+49+y+53+de+la+zona+industrial+C%C3%93RDOBA+VER/@18.8742771,-96.9167439,17z>

Instructivos, normativos y procedimientos internos de Comisión Federal de Electricidad.

Investigación cuantitativa. (2020, julio 20). Qualtrics. <https://www.qualtrics.com/es/gestion-de-la-experiencia/investigacion/investigacion-cuantitativa/>

Manual CFE G0000-48 Medidores Multifunción para Sistemas Eléctricos.

Norma Mexicana aplicable: NMX-EC-17025-IMNC-2018 (ISO/IEC 17025:2017).

Pérez, J. A. (2007). Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007

Repaso de variables independientes y dependientes. (s/f). Khan Academy. Recuperado el 18 de abril de 2023, de <https://es.khanacademy.org/math/cc-sixth-grade-math/cc-6th-equations-and-inequalities/cc-6th-dependent-independent/a/dependent-and-independent-variables-review>

TECMARQUES. (s.f.). Obtenido de <https://www.tecmarques.es/la-importancia-de-los-equipos-de-seguridad-para-el-mantenimiento-electrico/>

Vivanco, V. M. (2017). Los manuales de procedimientos como herramientas de control interno de una organización. *Universidad y Sociedad*, 247-252.

¿En qué consiste el alcance del proyecto? (2017, enero 30). Universidad Benito Juárez G. <https://www.ubjonline.mx/en-que-consiste-el-alcance-del-proyecto/>