



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN
ESPECIALIDAD DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

**ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS SISTEMAS DE PANELES SOLARES EN RED E
INDEPENDIENTE PARA LA INSTALACIÓN EN UN DEPARTAMENTO DE 94 M2**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL:

GRADO DE ESPECIALISTA

EN:

COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

PRESENTA:

ARQ. ULISES CANO NEPAUSENO

ASESORA:

DRA. CARLA ADRIANA CONTRERAS LARA



SANTA CRUZ ACATLÁN, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO
AGOSTO 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción	4
Problemática	5
Hipótesis	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Marco teórico	9
Ecotecnia y objeto de estudio	11
Sistema de paneles solares independiente	14
Planos y cotización - sistema de paneles solares independiente	15
Sistema de paneles solares en red	20
Planos y cotización - sistema de paneles solares en red	21
Homologación de propuestas	25
Presupuesto para sistemas de paneles solares	28
Presupuesto - sistema de paneles solares independiente	32
Presupuesto - sistema de paneles solares en red	33
Análisis de presupuestos	34
Análisis de ventajas y desventajas	35
Análisis de mantenimiento	36
Mantenimiento correctivo	36
Mantenimiento preventivo	36
Cuota de servicio eléctrico	53
Marco legal en sistemas de paneles solares	56
Modalidad de contratos para interconexiones	56
Norma Mexicana NMX-J-604-ANCE-2016	59
Ley de Impuestos Sobre la Renta	60
Conclusiones	60
Bibliografía	63
Anexos	67
A.1 – Fichas técnicas de sistema de paneles solares independiente	67
A.1.1 - Cotización de sistema de paneles solares independiente	73
A.2 – Fichas técnicas de sistema de paneles solares en red	74
A.2.1 – Cotización de sistema de paneles solares en red	78

A.3 – Requisitos para contratación de suministro para solicitudes de interconexión	79
A.4 – Planos sistema de paneles solares independiente.....	80
A.5 – Planos sistema de paneles solares en red.....	86

Introducción

En este documento se abordará el tema de los sistemas de paneles solares como una ecotecnia que plantea implementarse en un departamento de 94 m², el cual se encuentra situado en el primer nivel de una casa habitación. Tiene el objetivo de aprovechar la radiación solar, que percibe la zona geográfica donde se localiza el inmueble y transformarla en energía eléctrica para uso doméstico. Los tipos de sistemas de paneles solares que se proponen analizar en este estudio son: el *sistema de paneles solares independiente* y el *sistema de paneles solares en red*.

Para el desarrollo de este documento se realizó una investigación con motivo de conocer el costo de los sistemas ya mencionados, sus componentes, así como el desarrollo del proyecto eléctrico para su instalación en el departamento y la cuantificación de los materiales.

Debido a que el departamento ha estado en remodelación y sin habitar, el consumo eléctrico de la casa habitación sirvió como parámetro de cálculo eléctrico para el departamento pues ambos espacios fueron diseñados para una familia de tres integrantes y tienen la misma cantidad de electrodomésticos, así, los proveedores usaron el registro de consumo eléctrico ya mencionado para proponer componentes y dar un presupuesto.

El desarrollo del proyecto eléctrico se elaboró con base en criterios generales de instalaciones eléctricas para seleccionar materiales adecuados a los requerimientos de los sistemas de paneles solares que soporten las inclemencias del tiempo. Además, se consideró la mano de obra con salarios del mercado laboral local.

Finalmente, se elaboró la cuantificación de ambas propuestas para obtener un presupuesto y realizar la comparativa de costo entre los sistemas de paneles solares, agregando sus ventajas, desventajas y el mantenimiento preventivo para proveer de un óptimo funcionamiento a largo plazo.

Problemática

Una ecotecnia, como lo comenta Cárdenas (Guzmán Cárdenas, 2015), es el resultado de materializar las tecnologías en equipos, aparatos y dispositivos tangibles para sus aplicaciones dentro de proyectos que aprovechen los recursos naturales para la preservación de los ecosistemas, combatir el cambio climático y mejorar la calidad de vida, principalmente, de la población que carece de servicios básicos por encontrarse en zonas marginadas o de difícil acceso (Becerril Tinoco, 2018).

Las ecotecnias tienen la característica de ser diseñadas para distintos enfoques como cubrir necesidades básicas, necesidades complementarias, combatir impactos ambientales u obtener beneficios económicos (Ortiz Moreno et al., 2014) con la ventaja de usar racionalmente los recursos naturales (agua y energía) y mejorar la calidad de vida de la comunidad siendo congruentes con el estilo de vida de la sociedad para que su adopción social sea efectiva (Álvarez-Castañón & Tagle-Zamora, 2019) y el desempeño de las ecotecnias no se vea comprometido por aspectos sociales.

Algunas de las ecotecnias que han sido implementadas dentro de proyectos en México mencionadas por Tagle y Herrera (citado por Becerril Tinoco, 2018) son la cosecha de agua de lluvia, calentadores solares, paneles solares, baños secos, huertos y corrales de traspatio, biofiltros, cisternas de ferrocemento, estufas ecológicas o fogones; además existen otras donde se aprovecha la materia orgánica como lombricomposta o la baba de nopal como aglutinante para elaborar pintura a la cal (Guzmán Cárdenas, 2015), el horno solar, deshidratador solar, lámpara solar de PET, filtro de agua de lluvias y enfriador solar (CESPRO, 2014).

Se busca implementar una ecotecnia para combatir el cambio climático y obtener beneficios económicos; que se adapte a las condiciones espaciales actuales del objeto de estudio sin realizar grandes cambios para evitar una mayor inversión; así como aprovechar la buena incidencia solar de la zona; por ello se determinó que la ecotecnia de paneles solares es adecuada para este proyecto.

Los paneles solares utilizan Silicio como principal elemento para su fabricación y funcionamiento puesto que tiene la capacidad de generar energía al ser estimulado con luz; se puede encontrar en tres tipos de estructuras: cristalina, policristalina y amorfa (Jutglar Banyeres, p. 29, 2012).

La reacción mediante la cual los paneles solares aprovechan la energía solar convirtiendo la luz captada en energía eléctrica es conocido como “efecto fotovoltaico” (Barberá Santos, 2011) inicia en las placas de Silicio que liberan iones con carga positiva al ser estimuladas con luz, estos iones libres son canalizados por medio del cableado de las celdas hacia el sistema eléctrico instalado para su uso.

Existen tres tipos de arreglos eléctricos que pueden instalarse para la ecotecnia de paneles solares, estos son: *independiente*, *en red* e *híbrida*. La instalación *independiente* almacena la energía producida en un banco de baterías para su uso, la instalación *en red* se caracteriza por transmitir la energía producida a la red eléctrica general; y la instalación *híbrida* es una mezcla de ambas pues almacena la energía producida en un banco de baterías y transmite el excedente a la red eléctrica general o caso contrario, de necesitar energía, la puede retomar de la red eléctrica general.

El inmueble donde se realizará la implementación del sistema de paneles solares es un departamento con una superficie de 94 m², ubicado en la parte superior de una casa habitación; tiene una planta libre donde se encuentra la cocina y la sala-comedor, dos recamaras al fondo y un baño completo, finalmente desde el exterior se accede a la azotea.

Se localiza en el municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, tiene la fachada principal con orientación norte, lo que ocasiona un clima frío en su interior, y la incidencia solar la recibe en la colindancia sur. Una vez que se adquirió la propiedad, el departamento se remodeló continuamente y no fue habitado, razones que dieron pie a retomar registros eléctricos de la casa habitación que tiene un consumo similar.



ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN MUNICIPAL (INAFED, 2015)

Existen cuatro condicionantes a fin de lograr el desarrollo de este estudio, el primero son los parámetros de consumo eléctrico, solicitados por los proveedores para realizar la propuesta de un sistema de paneles solares *en red* e *independiente*; el segundo es el levantamiento arquitectónico del estado actual del inmueble necesario para realizar el proyecto de canalización de la red eléctrica; el tercero tiene relación con el mantenimiento, por razón de no ser un proyecto construido las empresas aseguradoras carecen de información para elaborar una póliza de seguro que contemple riesgos tales como inseguridad y vandalismo además de posibles vicios ocultos de la instalación y equipos; el cuarto, por último, es que la ecotecnia cubra las necesidades del cliente.

Como solución en la primera condicionante se tomaron los parámetros de consumo eléctrico con base en el consumo de la casa habitación en vista de que tiene la misma cantidad de electrodomésticos que el departamento por lo tanto genera un consumo eléctrico similar; en la segunda condicionante se realizaron los planos correspondientes para elaborar la propuesta de instalación; en la tercera condicionante se tomaron en cuenta los plazos de vida útil de los componentes para estimar un costo de mantenimiento sin tener en cuenta riesgos provocados por la naturaleza (descargas eléctricas) o por la sociedad (vandalismo) que pueden ser cubiertos a través de un seguro de daños; finalmente, en la cuarta condicionante es necesario conocer las características de cada tipo de instalación para que el propietario seleccione la que mejor se ajuste a sus necesidades.

Hipótesis

Si se implementa un *sistema de paneles solares en red*, este tendrá un menor costo de inversión y mantenimiento en comparativa con un *sistema de paneles solares independiente* en vista de que funciona con menos componentes.

Objetivo general

Analizar cuantitativamente dos sistemas de instalación de paneles solares con conexión *en red e independiente* para un departamento con una superficie de 94 m².

Objetivos específicos

Establecer las semejanzas y diferencias de los *sistemas de paneles solares en red e independiente*, en qué consiste su funcionamiento, así como las ventajas y desventajas con base en los requerimientos para su instalación y los beneficios que otorgan.

Identificar cuál es la mejor opción de acuerdo con las necesidades establecidas mediante la comparativa de ambos *sistemas de paneles solares*.

Evaluar los dos sistemas de paneles solares de acuerdo con el costo de adquisición y de mantenimiento que puedan tener durante su vida útil.

Registrar la comparativa de mantenimiento y realizar la proyección de costo de los dos *sistemas de paneles solares*.

Marco teórico

Desarrollo Sostenible: Satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades¹.

Ecotecnia: Tecnologías que permiten aprovechar los recursos naturales de manera sostenible, sin hipotecar el futuro ambiental del planeta, y que han sido diseñadas y construidas para los contextos y necesidades de una comunidad².

Consumo de energía eléctrica: la cantidad de energía utilizada³.

Eficiencia energética: La palabra eficiencia proviene del latín *efficientia* que en español quiere decir, acción, fuerza, producción. En principio la eficiencia energética atendería a la definición física referente a un proceso o a un dispositivo, correspondiéndose esta a la relación entre la energía útil y la energía empleada⁴.

Instalación solar “en red”: son instalaciones donde la energía generada se vierte directamente a la red eléctrica⁵.

Instalación solar “independiente”: son aquellas instalaciones que se encuentran aisladas de la red eléctrica. Toda la energía eléctrica que generan los paneles solares es consumida directamente⁶.

Panel solar: Un panel solar es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. Según estos dos fines podemos distinguir entre colectores solares, que producen agua caliente (generalmente de uso doméstico) utilizando la energía solar térmica, y paneles fotovoltaicos, que generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel⁷.

Inversor o microinversor de corriente: Son equipos que se encargan de transformar la energía producida en una instalación fotovoltaica, que se transmite en forma de corriente

¹ONU. (2011). Asamblea General de las Naciones Unidas. Desarrollo sostenible; Naciones Unidas. Recuperado 3 de febrero de 2021, de <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

²Guzmán Cardenas, G. C. (2015). Progreso sin daño ambiental. ¿Cómo ves?, 205, 2.

³SMARTGRIDSINFO. (s. f.). Consumo Energía Eléctrica • SMARTGRIDSINFO. SMARTGRIDSINFO. Recuperado 3 de febrero de 2021, de <https://www.smartgridsinfo.es/consumo-energia-electrica>

⁴ Parellada, Á. M. (2008). Eficiencia energética. Ciudades para un futuro más sostenible. España. Editorial Biblioteca CF+S.

⁵ Planas, O. (2021, marzo 21). Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica. Instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red. Recuperado 21 de marzo de 2021, de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/instalacion-conectada-red>

⁶ Planas, O. (2017, marzo 21). ¿Qué son las instalaciones fotovoltaicas autónomas? Instalaciones fotovoltaicas aisladas. Recuperado 21 de marzo de 2021, de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/instalaciones-fotovoltaicas-aisladas>

⁷ Autosolar. (2015, abril 19). ¿Qué es un panel solar? ¿Qué es un panel solar? Recuperado 2 de agosto de 2021, de <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-panel-solar>

continua, en corriente alterna para que los electrodomésticos y otros productos eléctricos puedan funcionar en sus niveles normales⁸.

Medidor bidireccional: Este tipo de medidor tiene la capacidad de diferenciar entre la Energía que CFE nos suministra y la Energía que entregan los Paneles Solares cuando no es consumida en su totalidad por el mismo usuario⁹.

Controlador o regulador de carga: son equipos que controlan el voltaje y la corriente de un panel solar o generador eólico, entregados al parque de baterías. Se encarga de que los procesos de carga y descarga de los acumuladores se haga de manera que estos estén siempre dentro de las condiciones correctas de funcionamiento¹⁰.

Baterías: son los dispositivos encargados del almacenamiento energético, para poder suministrar energía independientemente de la producción eléctrica del generador fotovoltaico¹¹.

⁸ Teknosolar. (2018, enero). ¿Qué es y cómo funciona un Inversor solar? TeknoSolar Community. Recuperado 5 de febrero de 2021, de <https://www.teknosolar.com/community/index.php?p=/discussion/14/que-es-y-como-funciona-un-inversor-solar>

⁹ Ingeniería, V. (2016, abril 15). Medidor Bidireccional. Volt Ingeniería. Recuperado 5 de febrero de 2021, de <https://www.voltingenieria.com.mx/single-post/2016/04/15/medidor-bidireccional>

¹⁰ Planas, O. (2016, abril 8). ¿Qué es un regulador de carga? Tipos, parámetros y función. Paneles de energía solar fotovoltaica. Recuperado 6 de febrero de 2021, de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/instalaciones-autonomas/reguladores-carga>

¹¹ Tecnosol. (2016, agosto 26). Baterías para energía solar. Tipos de baterías | Energía Solar Baterías | Tecnosol. BLOG Tecnosol. Recuperado 6 de febrero de 2021, de <https://tecnosolab.com/noticias/baterias-para-energia-solar-tipos/>

Ecotecnia y objeto de estudio

La implementación de una ecotecnia dentro de un inmueble es imprescindible en el proceso de adaptación de la población a un entorno climatológico que ha cambiado drásticamente durante los últimos años, de acuerdo con Petteri Taalas (*Cambio climático*, 2020) las cantidades actuales de dióxido de carbono que se emiten a nivel mundial pronostican un aumento de temperatura de 3 a 5 grados a finales de siglo, una de las razones es la quema de combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica que es de vital importancia para la humanidad.

Debido a las condiciones climáticas mencionadas y buscando un medio de aprovechar los recursos naturales disponibles (agua, sol o viento), el cliente se interesó en la posibilidad de implementar una ecotecnia que se adapte al espacio disponible, además que otorgue beneficios ambientales y económicos.

Para atender los requerimientos comentados, se buscó aprovechar la luz solar que nos da la ventaja de producir la energía eléctrica que se consume; esta ecotecnia utiliza un recurso ilimitado y limpio, puede reducir el pago por el servicio eléctrico y ser eficiente pues continúa produciendo energía incluso en los días nublados; por ello se determinó la ecotecnia de paneles solares como adecuada para implementar en el objeto de estudio.

El objeto de estudio donde se desarrollará este proyecto es un departamento, espacio que define la Real Academia Española (RAE) como vivienda independiente localizada generalmente en un edificio que consta de pocas habitaciones.

El departamento se encuentra localizado en el municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, en la colonia San Martín de Porres; con latitud $19^{\circ}32'28.0''$ Norte y longitud $99^{\circ}15'01.4''$ Oeste, se emplaza dentro del área urbanizada con servicios de red eléctrica, agua potable, alcantarillado y vialidades pavimentadas, así como equipamiento de educación básica y centro de salud de primer contacto dentro de la colonia.



ILUSTRACIÓN 2. FACHADA CONSTRUIDA



ILUSTRACIÓN 3. CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

El proyecto consiste en la intervención de un departamento con una superficie de 94 m² localizado en el nivel superior de una casa habitación con la finalidad de aprovechar la incidencia solar para generar energía eléctrica a través de los paneles solares, con ello se busca reducir las emisiones de CO₂ que produce el departamento relacionado al consumo eléctrico para mitigar el cambio climático y generar beneficios económicos.

Al departamento se accederá por medio de una puerta, contigua a la colindancia (ilustración 4), la cual tendrá una escalera de concreto que inicia desde la calle y llega al patio del departamento donde se encuentra la puerta de acceso y una escalera de servicio para llegar a la azotea en la cual se ubicarán los paneles solares.



ILUSTRACIÓN 4. FACHADA NORTE DE REMODELACIÓN

Al entrar en el departamento se puede apreciar una planta libre en donde existe una relación entre la cocina, el comedor y la sala, estos espacios poseen una ventilación cruzada por medio del cubo de iluminación, la ventana hacia el patio y la ventana de vacío en la colindancia oeste. Al lado derecho se encuentra un baño completo que tiene ventilación en el vacío de colindancia oeste. Finalmente, de frente al acceso, se encuentran dos habitaciones que tienen ventilación e iluminación por medio del vacío de colindancia sur y solo en uno se mantiene la relación con el cubo de iluminación (ilustración 5).



ILUSTRACIÓN 5.
PLANTA DEPARTAMENTO (lado izquierdo)
PLANTA DE AZOTEA (lado derecho)

Una vez seleccionada la ecotecnia que se implantará, se procedió con la búsqueda de proveedores que se encontraran próximos al proyecto, en vista de reducir el costo por flete de los componentes y evitar gastos extras por viáticos para una visita de evaluación. Posteriormente, el proveedor solicitó el consumo eléctrico del departamento, sin embargo, no existe un registro a causa de que no ha sido habitado, para solucionar este requisito, se facilitó el consumo eléctrico de la casa habitación dado que tiene la misma cantidad de electrodomésticos con un consumo parecido y es un espacio diseñado para una familia de tres integrantes con una dinámica de actividades que también puede tener el departamento.

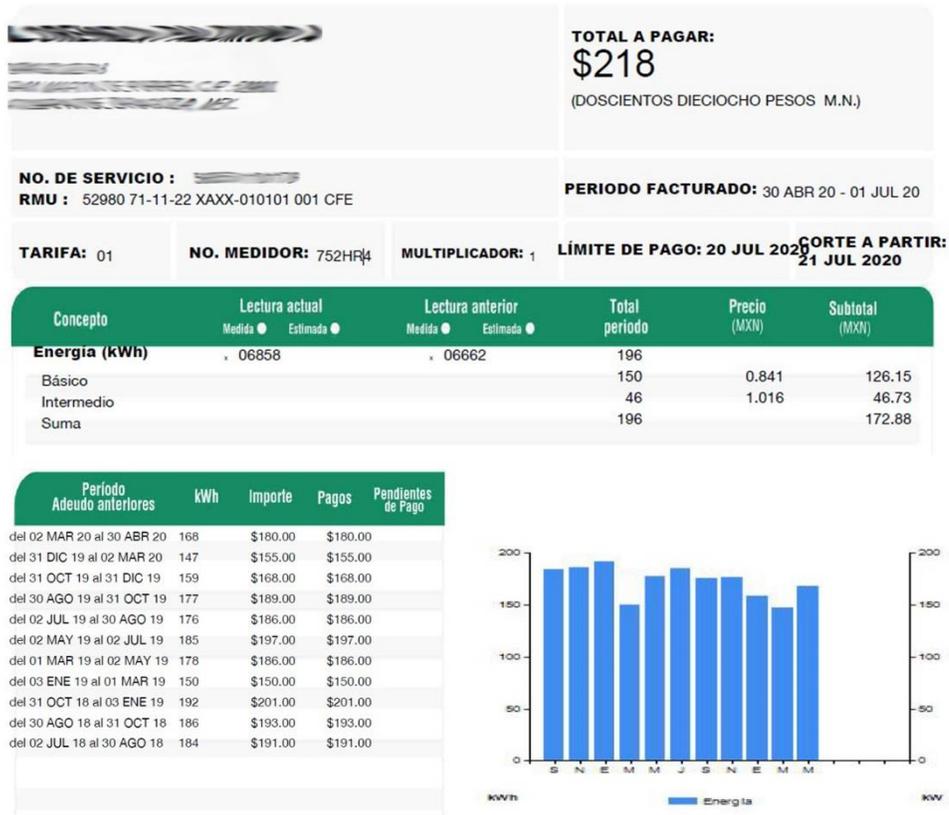


ILUSTRACIÓN 6. RECIBO DE LUZ - CASA HABITACIÓN UBICADA EN PLANTA BAJA. (CFE,2020)

Este recibo de luz sirvió para que los proveedores conocieran el consumo eléctrico promedio que se desea producir con los paneles solares; esta información fue principal para obtener una propuesta de equipos y presupuesto de los proveedores.

Sistema de paneles solares independiente

El *sistema de paneles solares independiente* es un arreglo donde la energía eléctrica producida por los paneles solares se almacena en baterías para que el usuario pueda disponer de la energía de acuerdo con sus necesidades o actividades; está compuesto por los paneles solares, el controlador de carga, el módulo de baterías, y el inversor de corriente.

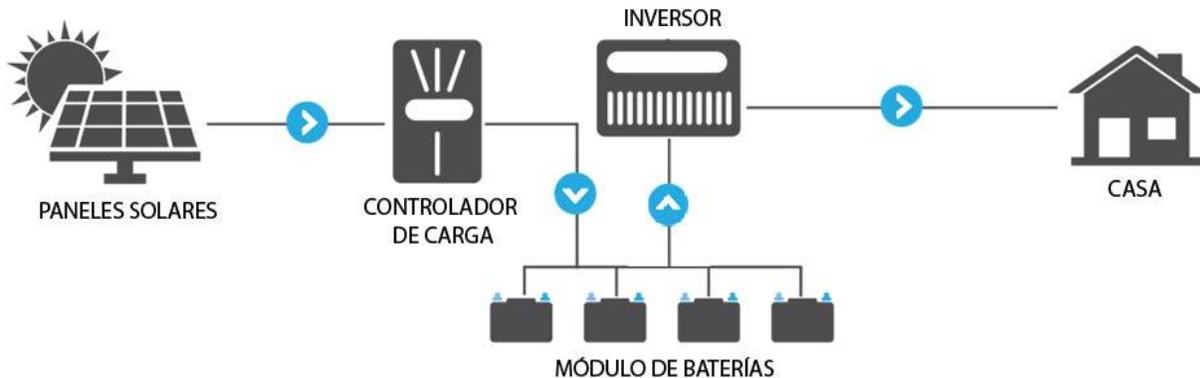


ILUSTRACIÓN 7. DIAGRAMA SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE (SUNMASTER, 2018)

Este sistema no necesita una toma que esté conectada a la red eléctrica general para que pueda funcionar, por este motivo puede ser instalada en cualquier sitio geográfico, siempre y cuando reciba la incidencia de rayos solares requerida para su funcionamiento. Una limitante de este sistema es la cantidad de baterías que pueda utilizar pues requiere espacio para su almacenamiento.

A continuación, se muestran algunas secciones de los planos elaborados para el *Sistema De Paneles Solares Independiente* donde se muestra la localización de los equipos y la ruta de canalización de la energía; los planos pueden ser consultados en el Anexo A.4 – Planos *sistema de paneles solares independiente*.

Planos y cotización - sistema de paneles solares independiente

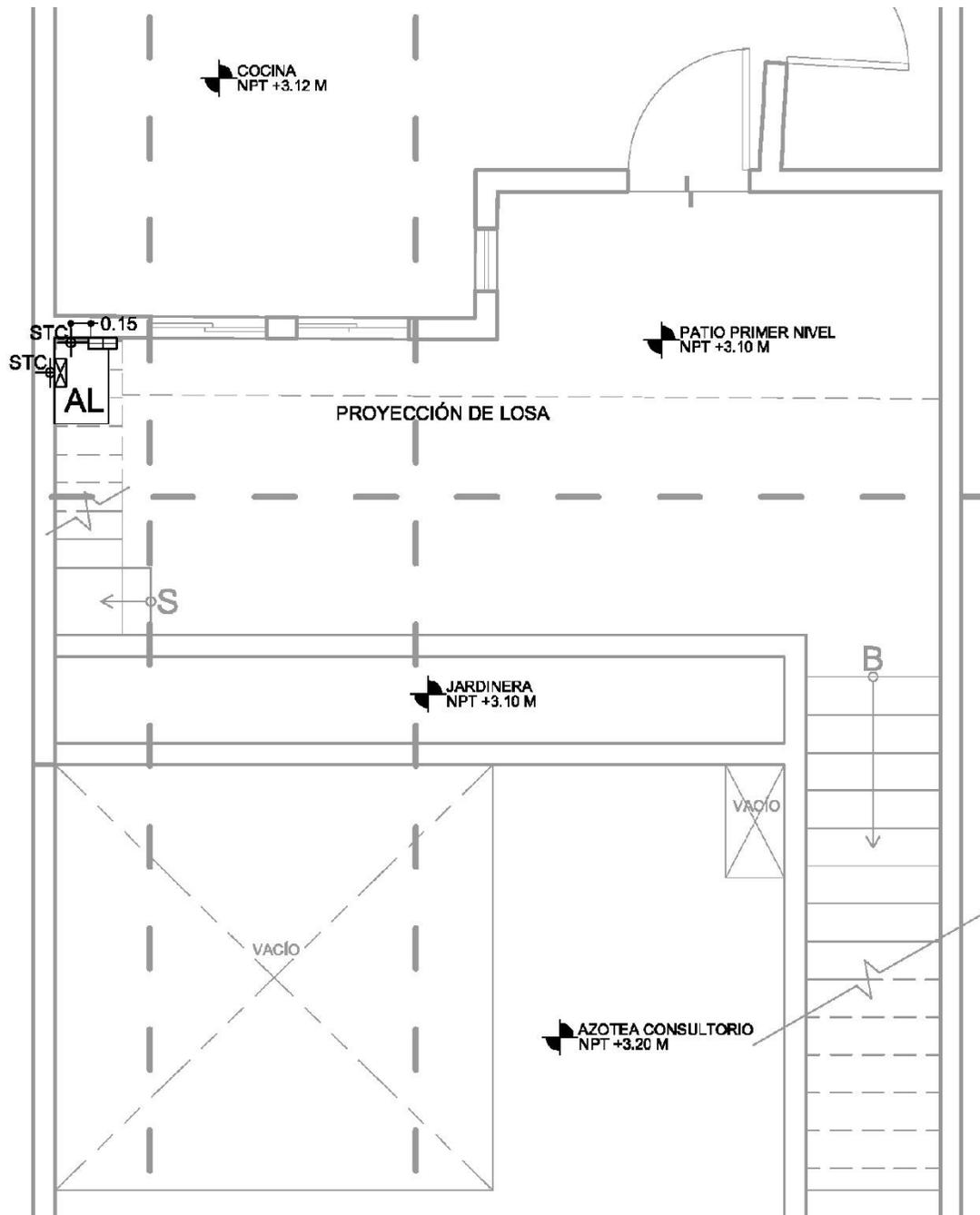


ILUSTRACIÓN 8. PLANTA ALTA - PANELES SOLARES INDEPENDIENTES (CLAVE A01.0)

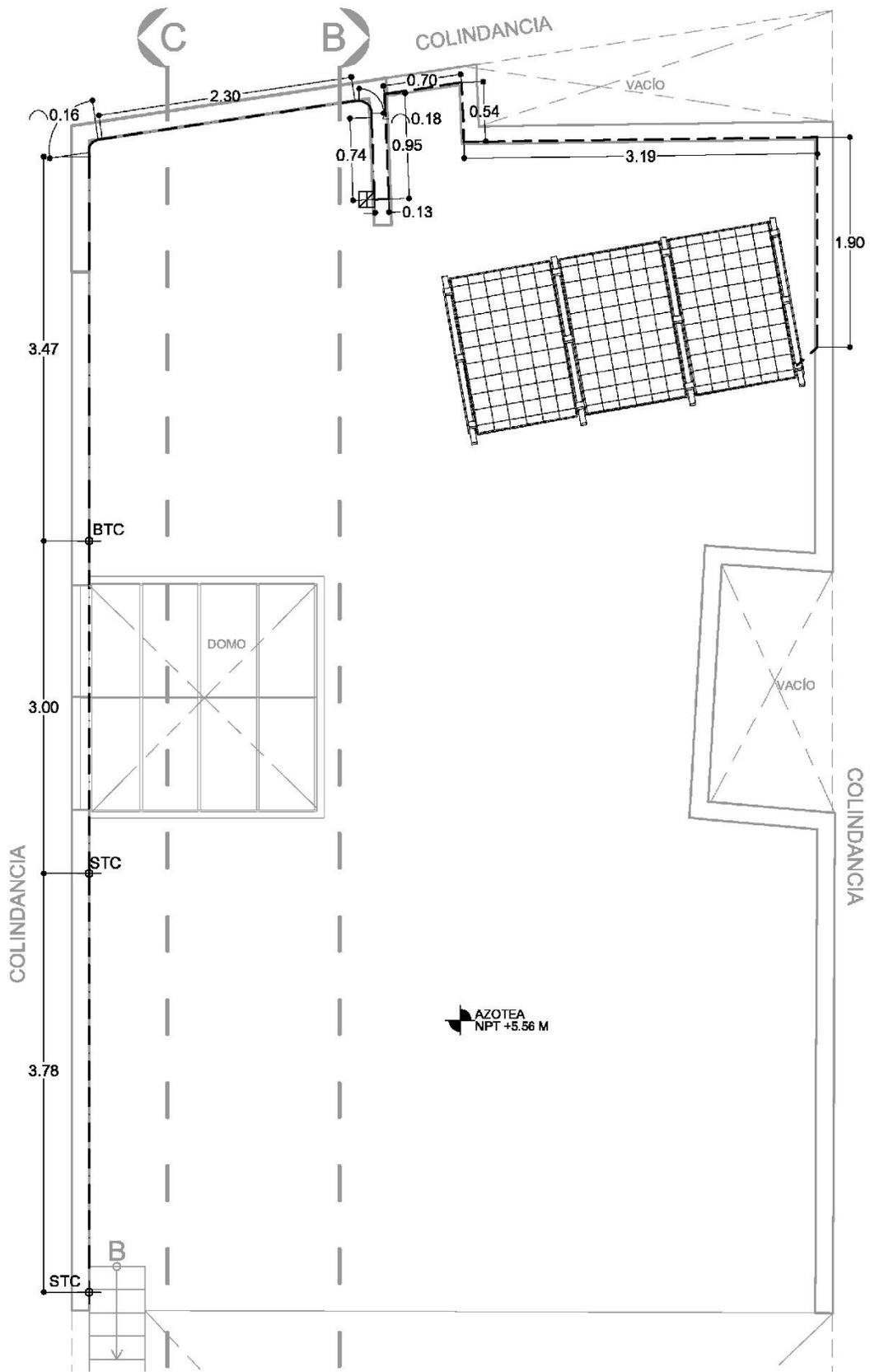


ILUSTRACIÓN 9. PLANTA AZOTEA - PANELES SOLARES INDEPENDIENTES (CLAVE A02.0)

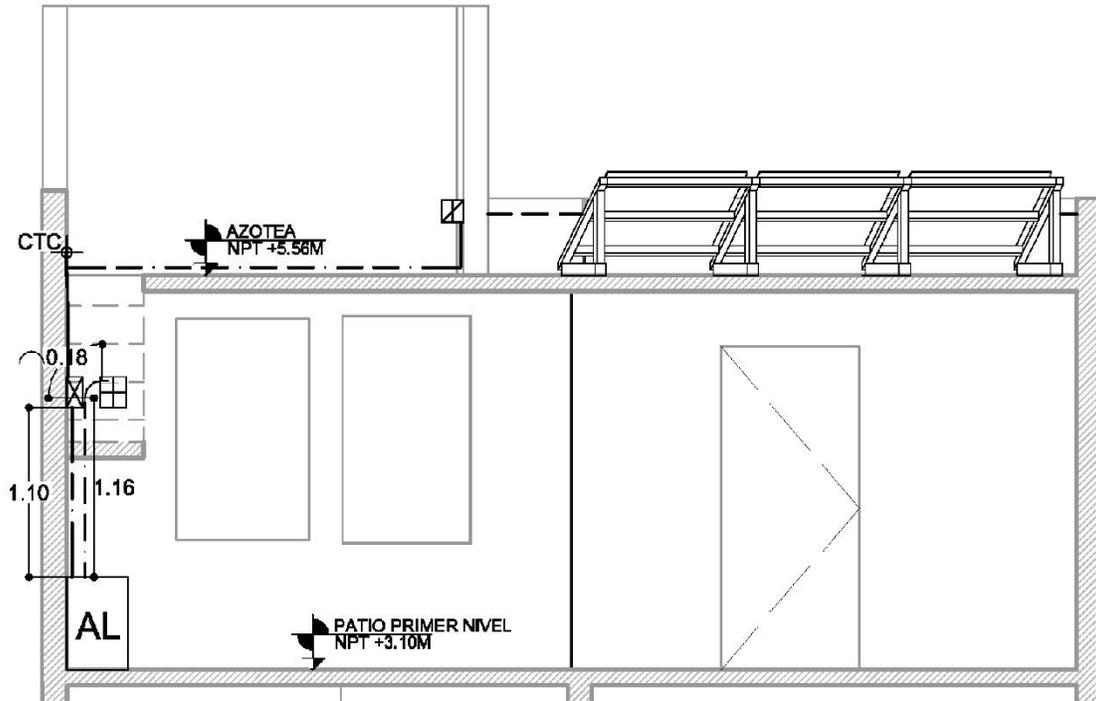


ILUSTRACIÓN 10. CORTE A-A' - PANELES SOLARES INDEPENDIENTES (CLAVE A03.0)

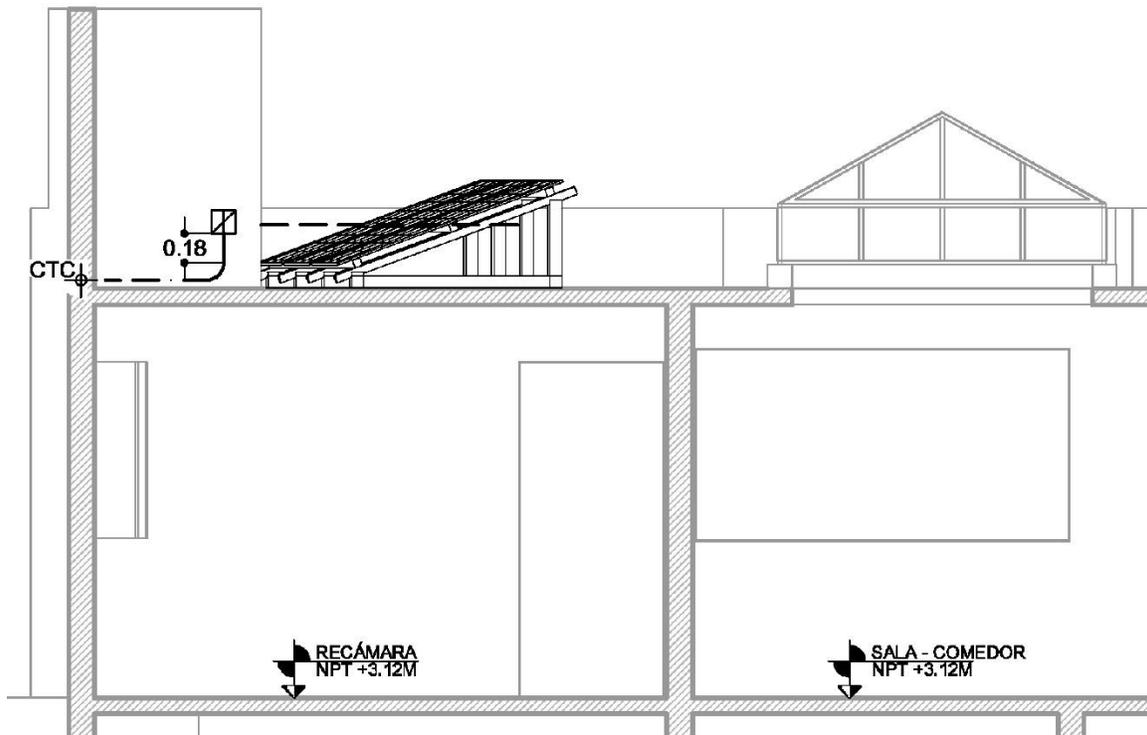


ILUSTRACIÓN 11. CORTE B-B' - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE (CLAVE A04.0)

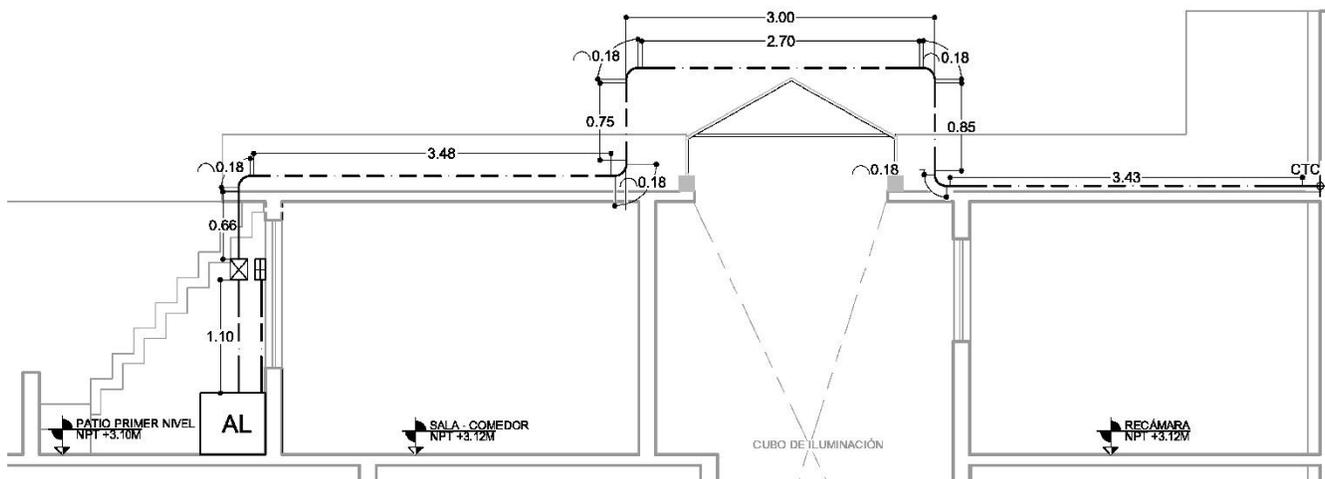


ILUSTRACIÓN 12. CORTE C-C' - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE (CLAVE A05.0)

La cotización del *sistema de paneles solares independiente*¹² otorgada por la empresa “Energieka” fue la siguiente:

TABLA 1. COTIZACIÓN SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE (ENERGEKA, 2020)

MODELO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
STC-330P	PANEL SOLARTEC POLICRISTALINO ¹³ DE 330 WATS	USD\$130.00	3	USD \$390.00
CXup-40	CONTROLADOR DE CARGA DE 40 AMP 12/24 V DC	USD\$140.00	1	USD \$140.00
31H	BATERIA CONER 31H, 12V, 115 AH @100 HR, LIBRE DE MANTENIMIENTO. VIDA UTIL DE 3 A 4 AÑOS	USD\$152.00	4	USD \$608.00
INV-1500	INVERSOR DE 1500 W, ONDA SENOIDAL MODIFICADA, ENTRADA EN DC 24V, SALIDA AC 220V MONOFÁSICA, POTENCIA DE SALIDA 1500W, POTENCIA DE ARRANQUE 4,500W	USD\$435.00	1	USD \$435.00
SMC3-40V	KIT SOPORTE DE ALUMINIO PARA 3 MODULOS, MARCO	USD\$133.00	1	USD \$133.00

¹² Anexo A.1- Fichas Técnicas Propuesta De Sistema De Paneles Solares Independiente (Energieka, 2020)

¹³ Las células policristalinas de Silicio presentan un rendimiento entre 12% y 14%, rendimiento menor a comparación de las células monocristalinas (14% y 17%) sin embargo, su precio es más accesible que estas últimas (Jutglar Banyeres, 2012, P.31).

	40MM, TECHO HORIZONTAL, INCLINACIÓN 20°			
INST	INSTALACION Y ACCESORIOS	USD\$426.50	1	USD \$426.50
			<i>SUBTOTAL</i>	<i>USD</i> <i>\$2,132.50</i>
			IVA 16%	USD \$341.20
			TOTAL CON IVA	USD \$2,473.70

El costo de adquisición del *sistema de paneles solares independiente* ofrecida por la empresa "Energeka"¹⁴ (TABLA 1) muestra la descripción de cada componente, el precio por unidad, la cantidad de componentes y los montos del importe. La moneda en la cual fue realizada la cotización son dólares¹⁵, este presupuesto incluye un concepto por la instalación y accesorios, concepto que se omitirá para la comparativa, ello se debe a que la mano de obra será local y los accesorios serán incluidos en los materiales.

¹⁴ Anexo A.1.1 - Cotización de sistema de paneles solares independiente. (Energeka, 2020)

¹⁵ Tipo de cambio del Dólar en fecha del estudio a \$22.2628 pesos m.n. (DOF 14/08/2020)

Sistema de paneles solares en red

El *sistema de paneles solares en red* es un arreglo en el cual la energía eléctrica que se genera por los paneles solares es introducida en la red eléctrica del inmueble para ser usada en el momento por los aparatos eléctricos o como aportación a la red eléctrica general; se compone por los paneles solares, inversores o microinversores de corriente y de un medidor bidireccional.

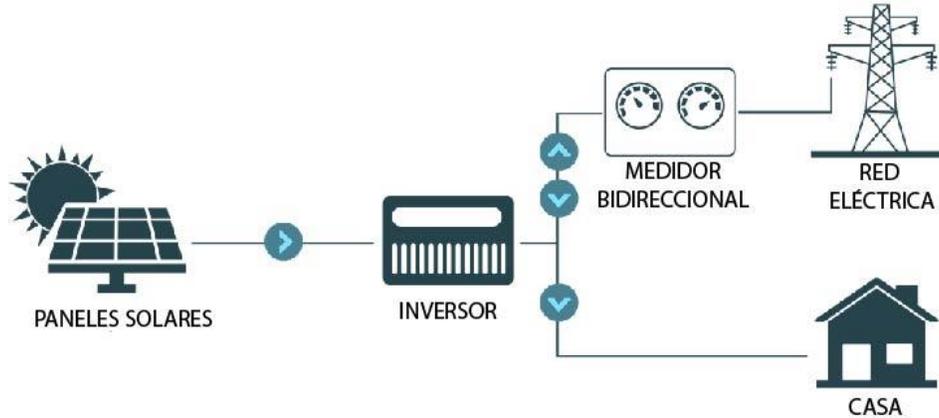


ILUSTRACIÓN 13. DIAGRAMA SISTEMA PANELES SOLARES EN RED (SUNMASTER, 2018)

Este sistema generalmente cubre un promedio del consumo eléctrico del inmueble, debido a que está conectado a la red eléctrica general, si no se produce el consumo requerido el mismo sistema puede tomar la energía eléctrica faltante de la red eléctrica general y si tiene energía excedente, la introduce haciendo marcar el medidor bidireccional en negativo lo cual se refleja como un menor consumo y por lo tanto un menor pago en el recibo de luz.

A continuación, se muestran algunas secciones de los planos elaborados para el *Sistema De Paneles Solares En Red* donde se muestra la localización de los equipos y la ruta de canalización de la energía; los planos pueden ser consultados en el Anexo A.5 – Planos *sistema de paneles solares en red*.

Planos y cotización - sistema de paneles solares en red



ILUSTRACIÓN 14. PLANTA BAJA - PANELES SOLARES EN RED (CLAVE A01.0)

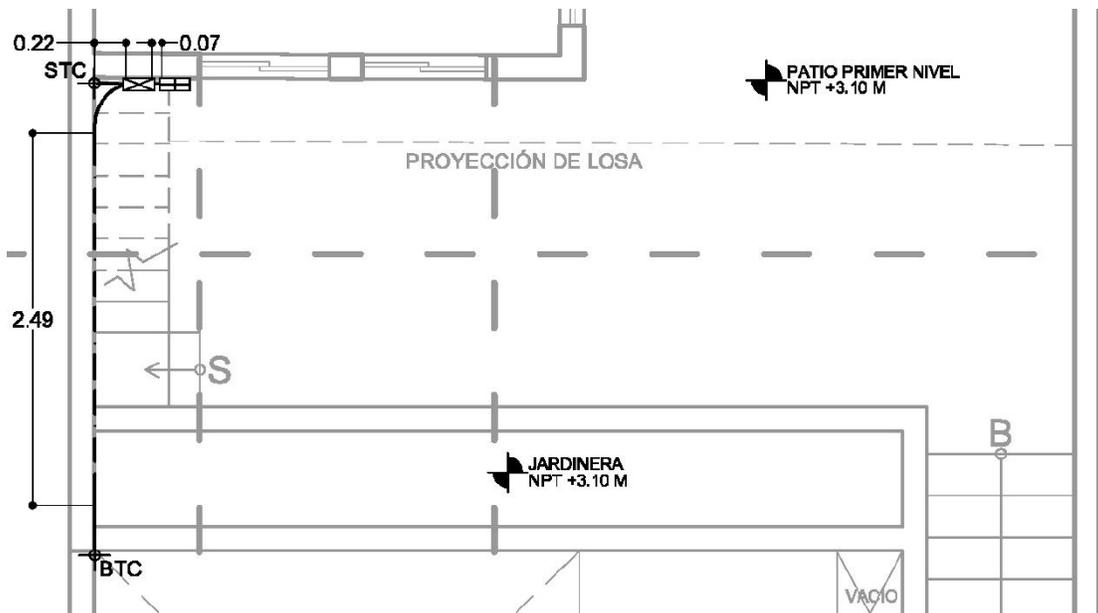


ILUSTRACIÓN 15. PLANTA ALTA - PANELES SOLARES EN RED (CLAVE A02.0)

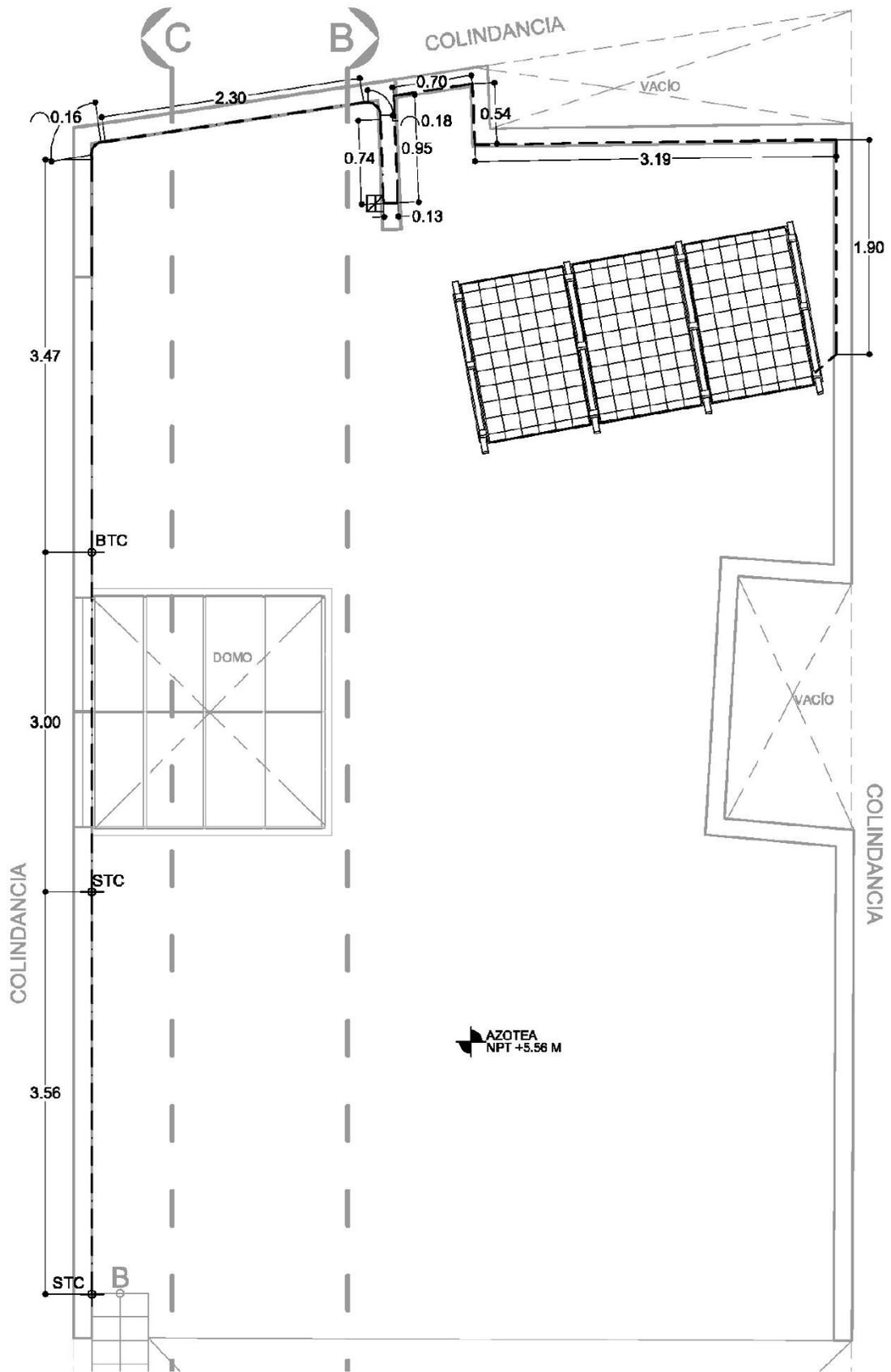


ILUSTRACIÓN 16. PLANTA AZOTEA - PANELES SOLARES EN RED (CLAVE A03.0)

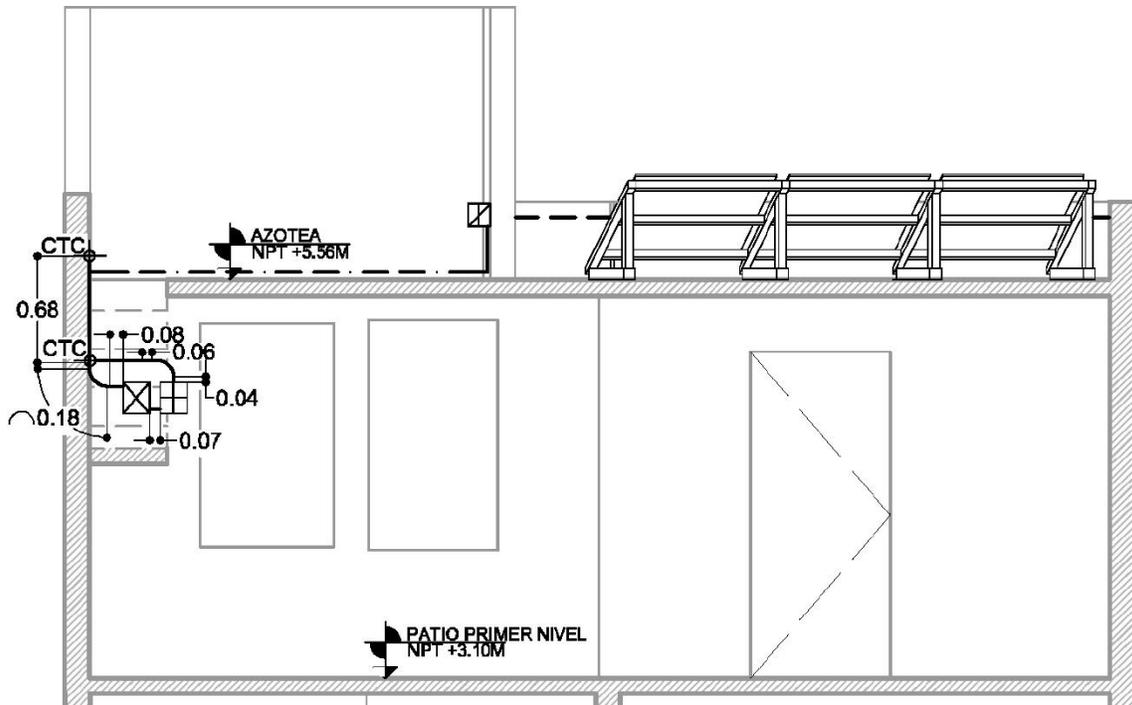


ILUSTRACIÓN 17. CORTE A-A' - PANELES SOLARES EN RED (CLAVE A04.0)

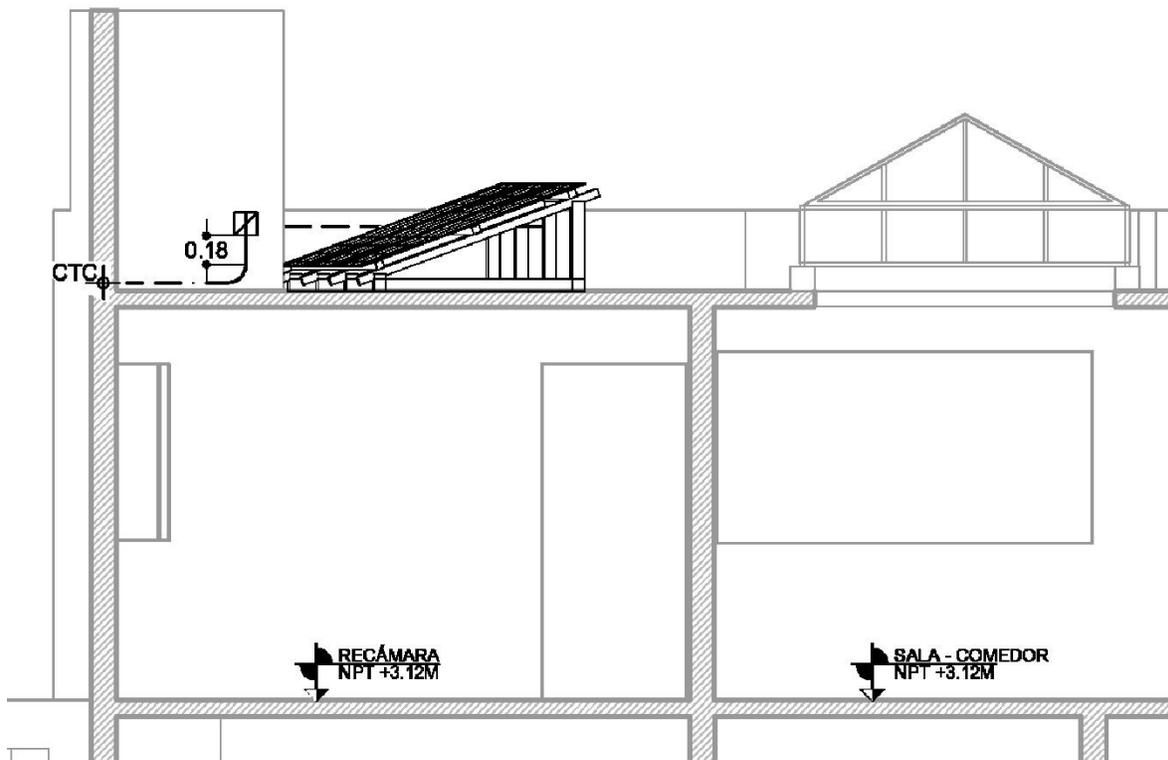


ILUSTRACIÓN 18. CORTE B-B' - PANELES SOLARES EN RED (CLAVE A05.0)

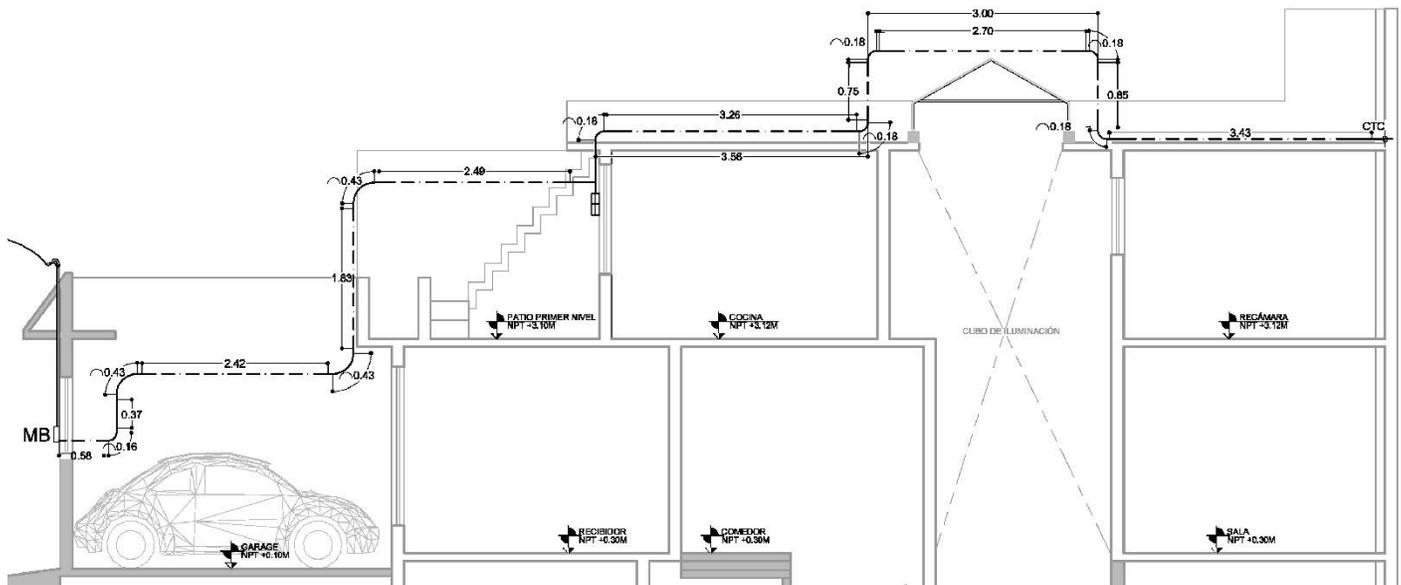


ILUSTRACIÓN 19. CORTE C-C' - PANELES SOLARES EN RED (CLAVE A06.0)

La propuesta del sistema de paneles solares en red¹⁶ otorgada por la empresa “C-Verde” fue la siguiente:

Tabla 2. COTIZACIÓN SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED (C-VERDE, 2020)

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
SISTEMA SOLAR PARA INTERCONEXIÓN A RED DE 770 kWp, SALIDA BIFÁSICA A 220-240 VCA, CON 2 PANELES PHONO SOLAR MONOCRISTALINO DE 385 WATS Y MICROINVERSOR NEP BDM-600 0.5 KW DUAL	USD\$800.00	1	USD\$800.00
INSTALACIÓN Y MATERIALES	USD\$400.00	1	USD\$400.00
SUBTOTAL			USD\$1,200.00
PREPARACIÓN DE CAJA PARA MEDIDOR BIDIRECCIONAL Y GASTOS DE INTERCONEXION A RED	USD\$400.00	1	USD\$400.00
TOTAL CON IVA			USD\$1,600.00

El costo de adquisición del sistema de paneles solares en red que ofrece la empresa “C-Verde”¹⁷ (TABLA 2), tiene conceptos que incluyen varios componentes y servicios en una

¹⁶ Anexo A.2 – Fichas técnicas propuesta de sistema de paneles solares en red. (C-Verde, 2020)

¹⁷ Anexo A.2.1 –Cotización de sistema de paneles solares en red. (C-Verde, 2020)

sola descripción y muestra los importes con el impuesto de valor agregado ya incluido lo cual no es claro y dificulta un análisis por separado para cada servicio o componente que se está adquiriendo.

De igual manera que en el costo de adquisición que ofrece la empresa “Energeka” (TABLA 1), los montos que muestra son dólares¹⁸; los servicios como la instalación y accesorios serán omitidos para realizar la comparativa dado que la mano de obra será local y se elegirán materiales adecuados para soportar las inclemencias del tiempo.

Homologación de propuestas

Al observar que la propuesta del *sistema de paneles solares en red* otorgada por la empresa “C-Verde” considera dos módulos solares marca PhonoSolar con una producción de 385 watts cada uno y la propuesta del *sistema de paneles solares independiente* otorgada por la empresa “Energeka” considera tres módulos solares marca Solartec con una producción de 330 watts cada uno, surgen dos inconvenientes para desarrollar la comparativa: el primero es que los tipos de paneles solares propuestos tienen diferentes capacidades de producción de energía y el segundo son la cantidad de paneles que tiene cada propuesta.

Con estos dos inconvenientes de por medio se determina que alguna propuesta tiene que homologarse para realizar la comparativa en las mismas condiciones cuantitativas, es así como la propuesta del *sistema de paneles solares en red* se iguala a tres paneles solares marca Solartec de 330 watts de producción con el supuesto de que al utilizar el mismo tipo y cantidad de paneles del *sistema de paneles solares independiente* se puede cubrir el consumo eléctrico total del departamento.

La siguiente fórmula permite conocer la producción de energía que se obtiene usando cualquiera de los sistemas de paneles solares mencionados, demostrando así que están en las mismas condiciones para cubrir la demanda eléctrica del departamento.

FÓRMULA PARA POTENCIA DE MÓDULOS¹⁹

$$P_M = \frac{(E_C)(F_S)}{(h_p)(n_s)} \quad \text{donde:}$$

E_C = Energía Consumida Por Día

P_M = Potencia De Módulos

h_p = Horas Pico De Insolación

n_s = Eficiencia Del Sistema

f_s = Factor De Sobredimensionamiento

¹⁸ Tipo de cambio del Dólar en fecha del estudio a \$22.2628 pesos m.n. (DOF 14/08/2020)

¹⁹ Espinosa Cruz, J. (2016, noviembre 23). Conermex | Webinar 1. Dimensionamiento Básico. Webinar 1.

Dimensionamiento Básico. <https://www.conermex.com.mx/webinar/webinar-01-dimensionamiento-basico.html>

Despejando E_C = Energía Consumida Por Día; tenemos que:

$$E_C = \frac{P_M(h_P * n_S)}{f_S} ; \text{ donde:}$$

E_C = Energía Consumida Por Día (kwh/día)

P_M = Potencia De Módulos (3mod * 0.330 kw = 0.990 kw)

h_P = Horas Pico De Insolación (5.1 hrs para CDMX – EDO. MEX.)

n_S = Eficiencia Del Sistema (0.80)

f_S = Factor De Sobredimensionamiento (1)

Sustituyendo los valores en la ecuación tenemos:

$$E_C = \frac{0.990 (5.1 * 0.80)}{1} = \frac{0.990 (4.08)}{1} = \frac{4.0392}{1} = 4.0392 \text{ kwh/día}$$

TABLA 3. TABLA RESUMEN DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA PARA CONSUMO

PROPUESTAS DE SISTEMAS DE PANELES SOLARES	<i>EN RED SIN HOMOLOGAR</i>		<i>EN RED HOMOLOGADA</i>	<i>INDEPENDIENTE</i>
TIPO DE PANEL	MONOCRISTALINO	≠	POLICRISTALINO	POLICRISTALINO
POTENCIA DE MÓDULO	385 WATTS (0.385 Kw)	≠	330 WATTS (0.330 Kw)	330 WATTS (0.330 Kw)
CANTIDAD DE PANELES	2	≠	3	3
PRODUCCIÓN ELÉCTRICA	3.1416 kwh/día	<	4.0392 kwh/día	4.0392 kwh/día

En la tabla 3, se muestra un resumen de los aspectos que hacen diferentes ambas propuestas. Por un lado, la propuesta del *sistema de paneles solares en red* tiene paneles de tipo monocristalino²⁰ que poseen mayor eficiencia, pero son más costosos a

²⁰ Los paneles solares monocristalinos tienen una estructura de celdas solares con bordes redondos conformadas en una sola pieza, esto le permite tener una eficiencia del 14% al 17%, se caracterizan por tener un color oscuro con una textura visual uniforme. La obtención de esta estructura de Silicio limpia es más costosa y compleja que las estructuras de las celdas policristalinas. (SolarPlak,2020)

comparación del panel tipo policristalino²¹; la potencia es 55 watts mayor al panel usado en la propuesta del *sistema de paneles solares independiente*, sin embargo solo usa dos paneles en lugar de tres lo que produce una menor cantidad de energía con las mismas condiciones de cálculo.

El resultado final nos muestra que cualquiera de las dos propuestas de sistemas de paneles solares homologados con el mismo tipo y cantidad de paneles solares puede cubrir hasta un consumo máximo de 4.03 kwh/día lo cual es óptimo para el departamento pues en el caso del *sistema de paneles solares independiente*, a mayor cantidad de energía producida se tiene mayor tiempo de uso de los aparatos o en el caso del *sistema de paneles solares en red*, se tiene un mayor beneficio en la condonación del pago por el servicio eléctrico.

Finalmente, la propuesta para la solución del *sistema de paneles solares en red* a la que se concluye siguiendo los lineamientos de la empresa “C-Verde” es la siguiente:

TABLA 4. COSTO DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED HOMOLOGADA

CANTIDAD	DESCRIPCION	TOTAL
1	SISTEMA SOLAR PARA INTERCONEXION A RED DE .975 KWP, SALIDA BIFASICA A 220 ó 240 VCA, CON 3 PANELES DE 330 WATTS, 2 MICROINVERSORES NEP BDM-600 0.5 KW DUAL Y 1 KIT DE SOPORTE PARA TRES MODULOS SOLARES.	USD \$1062.68
1	INSTALACIÓN Y MATERIALES	USD \$400.00
<i>SUBTOTAL</i>		<i>USD \$1,462.68</i>
1	PREPARACION DE CAJA PARA MEDIDOR BIDIRECCIONAL Y GASTOS DE INTERCONEXION A LA RED.	USD \$400.00
TOTAL CON IVA		USD \$1,862.68

El costo de adquisición del *sistema de paneles solares en red* homologada (tabla 4) muestra los componentes generalizados en una sola descripción y con un precio total cotizado en dólares²².

TABLA 5. RESUMEN DE COTIZACIONES DE LOS PROVEEDORES

PROPUESTAS	SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE	SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED
TOTAL	USD \$2,473.70	USD \$1,862.68

²¹ Los paneles solares policristalinos tienen una estructura de celdas solares con bordes de 90° que forman piezas rectangulares, tienen una eficiencia del 12% al 14%, su color es azulado con una textura visual de tipo escamas. El proceso de obtención de este tipo de Silicio es de menor costo que el de las celdas monocristalinas. (SolarPlak,2020)

²² Tipo de cambio del Dólar en fecha del estudio a \$22.2628 pesos m.n. (DOF 14/08/2020)

En resumen, las cotizaciones de las propuestas de sistemas de paneles solares obtenidas por los proveedores (TABLA 5) establecen una suma de \$1,862.68 dólares estadounidenses para el *sistema de paneles solares en red* que equivale a \$41,468.47 pesos mexicanos, y una suma de \$2,473.70 dólares estadounidenses para el *sistema de paneles solares independiente*, monto que equivale a \$55,071.48 pesos mexicanos.

Recordemos que ambas cotizaciones consideran la implementación de los sistemas de paneles solares por parte de la empresa proveedora, sin embargo, solo se retoman para conocer el costo de los componentes de los sistemas de paneles solares (kit de componentes para sistema de paneles solares *independiente* y *en red*) y se ha planteado un proyecto de instalación por separado desarrollado en este documento junto con un levantamiento arquitectónico sobre el cual se muestra la ruta de cableado y localización de los equipos para elaborar un presupuesto y hacer la comparativa correspondiente.

Presupuesto para sistemas de paneles solares

Para proceder a la elaboración del presupuesto se generó la cuantificación de los materiales para obtener un volumen y realizar las tablas a continuación en donde se utilizan pesos mexicanos con el objetivo de facilitar la comprensión del valor de ambos proyectos. Por otra parte, se realizó el cálculo del Factor de Salario Real (FASAR) para determinar el salario con prestaciones por jornada para la mano de obra en el presupuesto dicho factor contempla las prestaciones previstas en la Ley Federal del Trabajo y la Ley del Seguro Social con las cuales cuentan los trabajadores por la prestación de sus servicios. Por último, se elaboró la tabla comparativa para cada sistema de paneles solares, así como sus gráficas correspondientes.

El cálculo del Factor de Salario Real está determinado en el Art. 160 del Reglamento De la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (RLOPSM) y se define como “la relación de los días realmente pagados en un periodo anual, de enero a diciembre, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo periodo”, su forma de cálculo es la siguiente:

$$Fsr = Ps \left(\frac{Tp}{Ti} \right) + \left(\frac{Tp}{Ti} \right) \text{ donde;}$$

Fsr = Factor de Salario Real

Ps = Obligaciones Obrero-Patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

Tp = Días realmente pagados en un periodo anual

Ti = Días realmente laborados en el mismo periodo anual

A continuación, se muestran las tablas correspondientes al cálculo del Factor de Salario Real (FASAR) aplicable a este proyecto.

ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SALARIO REAL

DATOS BÁSICOS PARA DETERMINAR EL SALARIO REAL

AREA GEOGRAFICA	A	SALARIO MÍNIMO DEL ÁREA GEOGRÁFICA	\$54.80
FECHA DE ANÁLISIS (dd/mm/aa)	01-08-20	CUOTA FIJA ENFERMEDAD Y MATERNIDAD	20.40%
SALARIO MÍNIMO D.F.	\$86.88	CUOTA VAR. ENFERMEDAD Y MATERNIDAD	1.10%
RIESGOS DE TRABAJO (empresa) (%)	7.58875	LÍMITE SUP. INV. Y VIDA Y CESANTIA	25.00
LÍMITE SUP. DEMÁS RAMAS IMSS	25.00	LÍMITE INFONAVIT	25.00

CÁLCULO DE DÍAS PAGADOS Y DÍAS LABORADOS

Ley Federal del Trabajo		
	Días Calendario Anualizado	366.00
	Días no Trabajados	
Art. 69	Domingos	52.00
Art. 76	Vacaciones	6.00
Art. 74	Días festivos por ley	7.17
Días que dependerán de la aceptación del cliente o del contrato colectivo	Condiciones Climatológicas (Lluvias y Otros)	2.00
	Días por costumbre (contrato colectivo)	3.00
	Permisos y Enfermedad no profesional	2.00
Días pagados por LFT		
Art.87	Aguinaldo por Ley	15.00
Art.80	Prima Vacacional 25% de los días otorgados de vacaciones	1.50
Art.71	Prima Dominical 25 % de los días domingos laborados	

SALARIOS NOMINALES

No.	Categoría	Salario Nominal	Factor de Salario Real	Salario Real
	Electricista baja tensión	\$360.23	1.65696	\$596.89
	Ayudante de electricista	\$197.17	1.70324	\$335.83

DATOS BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DEL FACTOR DE SALARIO REAL

DICAL	DÍAS CALENDARIO	366.00
DIAGI	DÍAS DE AGUINALDO	15.00
PIVAC	DÍAS POR PRIMA VACACIONAL Prima Dominical	1.50
Tp	TOTAL DE DÍAS REALMENTE PAGADOS AL AÑO	382.50
		1.05 SUMA:
DIDO	DÍAS DOMINGO	52.00
M		
DIVAC	DÍAS DE VACACIONES	6.00
DIFEO	DÍAS FESTIVOS POR LEY	7.17
DIPEC	DÍAS PERDIDOS POR CONDICIONES DE CLIMA (LLUVIA Y OTROS)	2.00
DIPC		
O	DÍAS POR COSTUMBRE	3.00
DIPEN	DÍAS POR PERMISOS Y ENFERMEDAD NO PROFESIONAL	2.00
DINLA	DÍAS NO LABORADOS AL AÑO	72.17
		SUMA:
TI	TOTAL DE DÍAS REALMENTE LABORADOS AL AÑO (DICAL)-(DINLA)	293.83
Tp / TI	DÍAS PAGADOS / DÍAS LABORADOS	1.301770
FSBC	FACTOR DE SALARIO BASE DE COTIZACIÓN (Tp / DICAL) para cálculo de IMSS	1.045080

TABLA DE SALARIOS REALES

SALARIO MÍNIMO D.F \$: 86.88

NO.	CATEGORÍAS	Salario Nominal Diario "Sn"	Salario Base de Cotización	Tp / TI	Ps	Fsr= Ps (Tp/TI)+ (Tp/TI)	SALARIO REAL Sr = Sn * Fsr
	Electricista baja tensión	\$360.23	\$376.47	1.30177	0.27285	1.65696	\$596.89
	Ayudante de electricista	\$197.17	\$206.06	1.30177	0.30840	1.70324	\$335.83

Salario Mínimo General del DF:		\$86.88		Salario Base de Cotización	Diferencia del Salario Base de cotización y 3SMGDF	25 Veces Salario Minimo D.F.						\$2,172.00	25 Veces Salario Mínimo D.F.			\$2,172.00	Suma prestaciones	Ps= Obligaciones Obrero-Patronales
3 Salarios Mínimos Generales del DF:		\$260.64				ENFERMEDAD Y MATERNIDAD				Riesgos de trabajo	Guarderías	S.A.R.	Invalidez y vida	Cesantía en edad avanzada y vejez	INFONAVIT			
Fecha de Cálculo:		01-oct-20				Cuota variable	Cuota Fija	Prestaciones en especie pensionados	Prestaciones en dinero									
Salario Mínimo del área geográfica en donde se ejecutará la obra:		\$54.80		Art.27 LSS SBC	Art.106 LSS, fracción. II	Art.106 LSS, fracción I	Art.25 LSS	Art.107 LSS, fracc. I y II	Art.73 y 74 LSS	Art.211 y 212 LSS	Art.168 fracc. I LSS	Art.147 LSS	Art.168 LSS fracc. II	Art 29 de LEY INFONAVIT fracc. II	Art.160 RLOP			
No.	CATEGORÍA	Sn	FSBC			1.10%	20.40%	1.0500%	0.7000%	7.58875%	1.00%	2.00%	1.7500%	3.1500%	5.00%	SP	SP/SBC	
		Factores para salario mínimo =>					No aplica	20.40%	1.4250%	0.9500%	7.58875%	1.00%	2.00%	2.3750%	4.2750%			5.00%
	Electricista baja tensión	\$360.23	1.04508	\$376.47	\$115.83	\$1.274	\$17.72	\$3.95	\$2.64	\$28.57	\$3.76	\$7.53	\$6.59	\$11.86	\$18.82	\$102.72	0.27285	
	Ayudante de electricista	\$197.17	1.04508	\$206.06			\$17.72	\$2.16	\$1.44	\$15.64	\$2.06	\$4.12	\$3.61	\$6.49	\$10.30	\$63.55	0.30840	

Presupuesto - sistema de paneles solares independiente

Para el presupuesto del *sistema de paneles solares independiente* se realizó el levantamiento del lugar, se planeó la ruta de canalización para la energía y la posición de los accesorios necesarios dentro del proyecto, de donde se obtiene la siguiente tabla que especifica el precio unitario por cada material, la mano de obra y los componentes que proporcionó el proveedor *Energeka*.

TABLA 6. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

INSTALACIÓN DE SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Tubo conduit 1/2" pared delgada de 3mts	pza	\$76.00	6	\$456.00
Codo conduit 1/2" pared delgada 90°	pza	\$35.00	9	\$315.00
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	20	\$400.00
Abrazadera uña 1/2"	pza	\$3.00	25	\$75.00
Tornillo y taquete paq. 5 piezas	paq	\$8.00	5	\$40.00
Conector caja - conduit 1/2"	pza	\$6.00	4	\$24.00
Cople conduit 1/2"	pza	\$6.00	16	\$96.00
Fusibles 30A	pza	\$30.00	3	\$90.00
Interruptor de seguridad 30a 3 polos	pza	\$700.00	1	\$700.00
Caja para conexión 10x10x5 cms	pza	\$30.00	1	\$30.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL				\$3,683.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Lote de sistema solar independiente que incluye: 3 paneles solares policristalinos Mca. Solartec de 330 watts, 1 controlador de carga de 40 amp 12/24 VCD, 4 Baterías mca. CONER 31H/12 V, 1 Inversor de 1500 W, 1 kit de soporte para 3 módulos solares	lote	\$44,057.19	1	\$44,057.19
SUBTOTAL				\$44,057.19
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	2	\$1,193.78
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	2	\$671.66
SUBTOTAL				\$1,865.44
Equipo de seguridad	%	\$1,865.44	0.02	\$37.31
Herramienta menor	%	\$1,865.44	0.03	\$55.96
SUBTOTAL				\$93.27
TOTAL DE PROYECTO SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE				\$49,698.90

Presupuesto - sistema de paneles solares en red

Para el presupuesto del *sistema de paneles solares en red* se realizaron actividades similares que dieron como resultado la siguiente tabla.

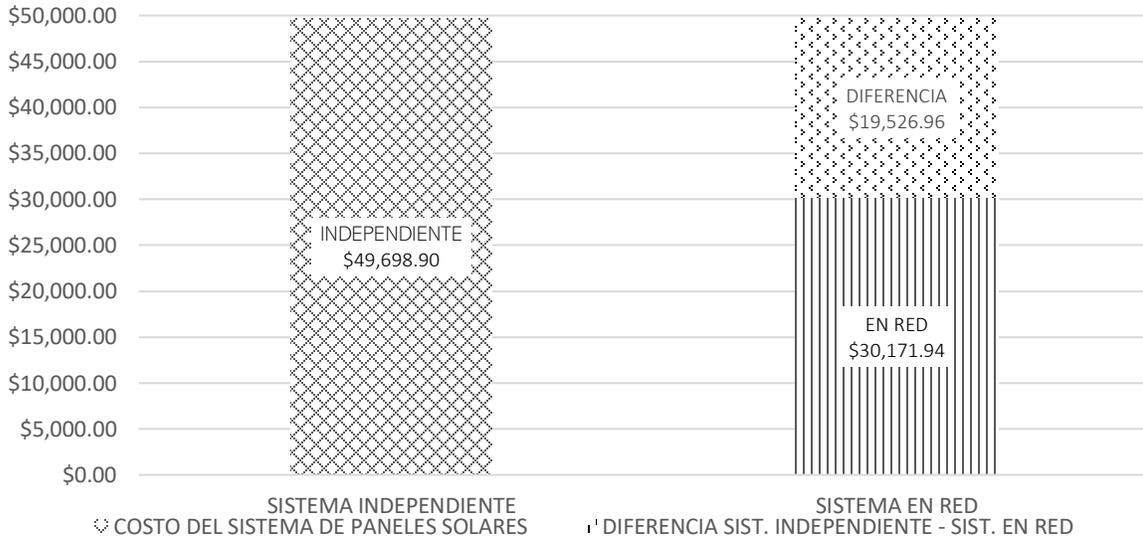
TABLA 7. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

INSTALACIÓN DE SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL
Tubo conduit 1/2" pared delgada de 3mts	pza	\$76.00	8	\$608.00
Codo conduit 1/2" pared delgada 90°	pza	\$35.00	15	\$525.00
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	27	\$540.00
Abrazadera uña 1/2"	pza	\$3.00	25	\$75.00
Tornillo y taquete paq. 5 piezas	paq	\$8.00	5	\$40.00
Conector caja - conduit 1/2"	pza	\$6.00	6	\$36.00
Cople conduit 1/2"	pza	\$6.00	29	\$174.00
Fusibles 30A	pza	\$30.00	3	\$90.00
Interruptor de seguridad 30a 3 polos	pza	\$700.00	1	\$700.00
Caja para conexión 10x10x5 cms	pza	\$30.00	1	\$30.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL				\$4,555.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL
Lote de sistema solar para interconexión a red que incluye: salida bifásica a 220 ó 240 VCA, 3 paneles solares policristalinos Mca. Solartec de 330 watts, 2 microinversores nep BDM-600 0.5 KW DUAL, 1 kit de soporte para 3 módulos solares	lote	\$23,658.23	1	\$23,658.23
SUBTOTAL				\$23,658.23
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	SUBTOTAL
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	2	\$1,193.78
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	2	\$671.66
SUBTOTAL				\$1,865.44
Equipo de seguridad	%	\$1,865.44	0.02	\$37.31
Herramienta menor	%	\$1,865.44	0.03	\$55.96
SUBTOTAL				\$93.27
TOTAL DE PROYECTO SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED				\$30,171.94

Análisis de presupuestos

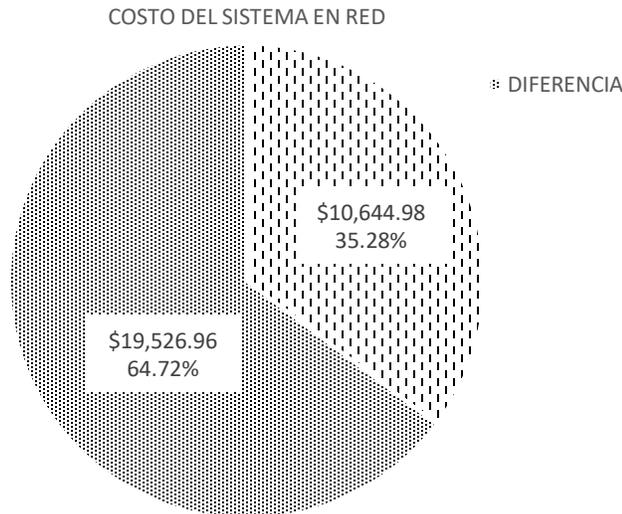
Con los datos totales obtenidos de cada presupuesto se realiza el análisis mediante gráficas de barras donde se muestran los costos de los sistemas y su diferencia económica; se elaboró la siguiente gráfica que muestra la diferencia de costo entre el *sistema de paneles solares independiente* (lado izquierdo) y el *sistema de paneles solares en red* (lado derecho).

TABLA 8. COMPARATIVA DE PRESUPUESTOS DE SISTEMAS DE PANELES SOLARES



Se destaca que hay una diferencia económica entre los dos sistemas de paneles solares, de ahí que el *sistema de paneles solares independiente* tiene un costo superior por \$19,526.96 pesos, este monto puede ser invertido para una etapa posterior de mantenimiento en el *sistema de paneles solares en red*.

TABLA 9. EQUIVALENCIA DE LA DIFERENCIA CON RESPECTO AL COSTO DEL SISTEMA EN RED



Cabe mencionar que esta diferencia de acuerdo con la *tabla 9* equivale al 64.72% del costo del *sistema de paneles solares en red*, es así como se determina que el *sistema de paneles solares independiente* tiene un costo elevado por más de la mitad del costo del *sistema de paneles solares en red*.

Este análisis económico de adquisición y colocación de los dos diferentes sistemas concluye que es conveniente invertir en el *sistema de paneles solares en red* debido a que cubre el consumo de energía promedio del departamento a un costo menor que el *sistema de paneles solares independiente*; hay que resaltar que el mantenimiento es más accesible a causa de que este sistema utiliza menos componentes que el *sistema de paneles solares independiente*.

Otro aspecto son las ventajas y desventajas que tienen los sistemas de paneles solares dadas sus cualidades y requerimientos para que funcionen en óptimas condiciones.

Análisis de ventajas y desventajas

Estos sistemas poseen diversas ventajas y desventajas que mencionaremos con el apoyo de una tabla que hace referencia a criterios como el espacio, mantenimiento y condiciones de servicios para evaluar cada sistema de paneles solares según el contexto donde se encuentre el inmueble.

TABLA 10. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE PANELES SOLARES

SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Suministro de energía continuo sin estar condicionado a los servicios de la red eléctrica general.	Limitado a cierta cantidad de equipos eléctricos.
No se necesita un contrato de servicios eléctricos para su implementación.	Espacio necesario para alojar los componentes del sistema.
Se puede instalar en cualquier zona geográfica con incidencia solar.	Se requiere cambiar sus baterías cada 4 años para mantener el suministro de energía en óptimas condiciones.
SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disminuye la cuota del recibo de energía eléctrica.	Suministro de energía para el hogar condicionado a los servicios de la red eléctrica.
Utiliza menos componentes para funcionar en óptimas condiciones.	Medidor bidireccional necesario para una correcta lectura de la energía aportada y consumida.
	No se puede instalar en zonas que no tengan suministro de red eléctrica general.

	Solo cubre una parte del consumo eléctrico total del inmueble, es decir, se continúa pagando una cuota fija a la compañía de luz.
	Se requiere el dictamen por parte de la compañía eléctrica para autorizar la implementación del sistema en el inmueble, cuota que debe pagar el propietario.

El *sistema de paneles solares independiente* demuestra tener un equilibrio entre sus ventajas y desventajas por lo cual es conveniente para no carecer de energía en ninguna circunstancia, sin embargo, con las condiciones en que se encuentra el departamento de estudio, un *sistema de paneles solares en red* se adapta de mejor manera pues aprovecha la instalación de la red eléctrica.

Análisis de mantenimiento

En este capítulo se abordará el mantenimiento de los sistemas de paneles solares de acuerdo con dos aspectos: el mantenimiento *correctivo*, que se enfoca a evaluar el reemplazo de componentes dañados bajo una circunstancia no esperada que evita el funcionamiento del sistema y el mantenimiento *preventivo*, que se enfoca a una revisión general para evitar problemas que afecten el funcionamiento del sistema con el paso del tiempo.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se enfoca en sustituir algún componente por una falla o daño repentino que sucede sin precedente, es decir, si se llega a quemar o a sufrir algún daño resultante por causas climatológicas (derrumbes de árboles, granizo de dimensiones anormales, huracanes, descargas de rayos, inundaciones, etc.) o por riesgos sociales como el vandalismo, daño o robo de piezas.

Aquí se limita a comentar sobre la existencia de seguros que se enfocan a proteger la inversión de proyectos solares; en este caso de estudio no se puede obtener el costo de una póliza de seguro, puesto que aún no está construido y por tal motivo la aseguradora no tiene información precisa para otorgar el monto de la póliza y los alcances que puede cubrir.

Mantenimiento preventivo

La proyección de costos para el mantenimiento preventivo se realizó durante un plazo de veinticinco años, tiempo de vida útil de los paneles solares; durante este periodo de tiempo se contempla el reemplazo de los componentes para ambos tipos de sistemas que cumplan su vida útil (kit de componentes: controlador de carga, baterías e inversor de corriente) como lo muestra la *Tabla 11*, una visita técnica anual; y el reemplazo del cableado para evitar fallas en el sistema ocasionadas por el desgaste del conductor.

El reemplazo del cableado, como se explica más adelante, es un mantenimiento que se toma en cuenta para prevenir siniestros que pongan en riesgo la integridad de los usuarios del inmueble, como es el caso de incendios ocasionados por un corto circuito, evitar la interrupción de la energía y para alargar la vida útil del sistema de paneles solares. La siguiente tabla muestra el tiempo de renovación de los componentes de cada sistema de paneles solares con su valor de adquisición, los cuales serán reemplazados durante el periodo de análisis.

TABLA 11. TIEMPO DE RENOVACIÓN Y COSTO DE COMPONENTES²³

SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE			
DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	TIEMPO DE RENOVACIÓN	PRECIO UNITARIO
Panel solar marca SOLARTEC de 330 watts	Panel solar	25 años	\$3,357.23
Inversor de corriente de 1500 watts	Inversor de corriente de alta potencia	12 años	\$11,233.81
Controlador de carga de 40 Amp 12/24 V DC	Controlador de carga	8 años	\$3,615.48
Batería marca CONER 31H	Batería	4 años	\$3,925.38
Visita técnica	Mantenimiento	1 año	\$1,800.00
Total por kit de componentes sistema <i>independiente</i>			\$23,931.90
SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED			
DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	TIEMPO DE RENOVACIÓN	PRECIO UNITARIO
Panel solar marca SOLARTEC de 330 watts	Panel solar	25 años	\$3,357.23
Microinversor de corriente NEP BDM-600	Inversor de corriente de baja potencia	8 años	\$5,888.06
Visita técnica	Mantenimiento	1 año	\$1,800.00
Total por kit de componentes sistema <i>en red</i>			\$11,045.29

La visita técnica tiene el objetivo de evaluar la resistencia de los circuitos, voltaje, temperatura, limpieza de equipos, y soporte de la estructura para que el sistema de paneles solares *independiente* o *en red* funcione en óptimas condiciones.

²³ Precios obtenidos de la cotización para el sistema *independiente* (Energieka, 2020) equivalentes al tipo de cambio en fecha del estudio (\$22.2628 pesos m.n. (DOF 14/08/2020)) con IVA 16%.

La sustitución del cableado se realiza para evitar daños en los equipos, ocasionados generalmente por el desgaste del conductor que recibe las variaciones eléctricas, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla y sobre tensiones, señaladas en la NOM NMX-J-604-ANCE-2016; estos efectos se presentan por naturaleza propia del suministro eléctrico central. Además, por ser un factor que pone en riesgo la integridad del inmueble y sus ocupantes se propone su sustitución cada 5 años, plazo de vida útil que se considera para instalaciones eléctricas de acuerdo con la Ley de Impuesto sobre la Renta, Art. 34 Fracc. XIII (citado por Balan, 2016, p.28), donde señala que el tiempo de vida útil para instalaciones de generación de energía proveniente de fuentes renovables es de 5 años.

Finalmente debido a que el mantenimiento a veinticinco años es una proyección a largo plazo y el tipo de cambio puede variar con el paso del tiempo, se optó por utilizar un factor de inflación anual promedio el cual se obtuvo a través de un análisis de factores de inflación históricos de 5 años previos que dio como resultado la siguiente tabla.

TABLA 12. FACTORES DE INFLACIÓN ANUAL²⁴

Año	Índice de inflación anual (%)
2019	3.16
2018	4.90
2017	6.66
2016	2.73
2015	2.59
Factor de inflación promedio	4.00

Con la tabla anterior se establece que los costos calculados serán afectados por un factor de inflación de 4.00% cada año durante el tiempo de evaluación.

En las siguientes páginas se muestran las matrices de precios unitarios para el mantenimiento preventivo del sistema de paneles solares *independiente*.

TABLA 13. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 4° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 4° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Batería marca CONER 31H	pza	\$3,925.38	4	\$15,701.52
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$17,501.52
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72

²⁴ Valores retomados al mes de agosto de cada año. (Banxico, 2022)

Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$18,480.88
FACTOR DE INFLACIÓN				1.16
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 4 AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$21,437.82

TABLA 14. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 5° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 5° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$1,857.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$1,800.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$4,636.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.20
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 5° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$5,563.63

TABLA 15. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 8° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 8° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Batería marca CONER 31H	pza	\$3,925.38	4	\$15,701.52
Controlador de carga de 40 Amp 12/24 V DC	pza	\$3,615.48	1	\$3,615.48
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$21,117.00

MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$22,096.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.32
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 8° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$29,167.19

TABLA 16. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 10° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 10° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$1,857.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$1,800.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$4,636.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.40
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 10° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$6,490.90

TABLA 17. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 12° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 12° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00

Batería marca CONER 31H	pza	\$3,925.38	4	\$15,701.52
Inversor de corriente de 1500 watts	pza	\$11,233.81	1	\$11,233.81
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$28,735.33
MANO DE OBRA				
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$29,714.69
FACTOR DE INFLACIÓN				1.48
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 12° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$43,977.74

TABLA 18. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 15° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 15° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$1,857.00
COMPONENTES				
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$1,800.00
MANO DE OBRA				
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$4,636.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.60
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 15° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$7,418.17

TABLA 19. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 16° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 16° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE

COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Batería marca CONER 31H	pza	\$3,925.38	4	\$15,701.52
Controlador de carga de 40 Amp 12/24 V DC	pza	\$3,615.48	1	\$3,615.48
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$21,117.00
MANO DE OBRA				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$22,096.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.64
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 16° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$36,238.02

TABLA 20. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 20° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 20° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$1,857.00
COMPONENTES				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Batería marca CONER 31H	pza	\$3,925.38	4	\$15,701.52
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$17,501.52
MANO DE OBRA				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$20,337.88
FACTOR DE INFLACIÓN				1.80

TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 20° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE	\$36,608.18
---	--------------------

TABLA 21. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 24° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 24° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Batería marca CONER 31H	pza	\$3,925.38	4	\$15,701.52
Inversor de corriente de 1500 watts	pza	\$11,233.81	1	\$11,233.81
Controlador de carga de 40 Amp 12/24 V DC	pza	\$3,615.48	1	\$3,615.48
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$32,350.81
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$33,330.17
FACTOR DE INFLACIÓN				1.96
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 24° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$65,327.13

TABLA 22. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 25° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 25° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	20	\$400.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$1,857.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Panel solar marca SOLARTEC de 330 watts	pza	\$3,357.23	3	\$10,071.69
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$11,871.69
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72

Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$14,708.05
FACTOR DE INFLACIÓN				2.00
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 25° AÑO, SISTEMA INDEPENDIENTE				\$29,416.09

A continuación, se muestran las matrices de precios unitarios correspondientes al mantenimiento del sistema de paneles solares *en red* que incluyen los componentes que deben reemplazarse al igual que el cambio de cableado cada 5 años.

TABLA 23. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 5° AÑO, SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 5° AÑO, SISTEMA EN RED				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$2,277.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$1,800.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$5,056.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.20
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 5° AÑO, SISTEMA EN RED				\$6,067.63

TABLA 24. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 8° AÑO, SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 8° AÑO, SISTEMA EN RED				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Microinversor de corriente NEP BDM-600	pza	\$5,075.92	2	\$10,151.84

SUBTOTAL: COMPONENTES				\$11,951.84
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$12,931.20
FACTOR DE INFLACIÓN				1.32
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 8° AÑO SISTEMA EN RED				\$17,069.18

TABLA 25. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 10° AÑO, SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 10° AÑO, SISTEMA EN RED				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$2,277.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$1,800.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$5,056.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.40
TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 10° AÑO, SISTEMA EN RED				\$7,078.90

TABLA 26. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 15° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 15° AÑO, SISTEMA EN RED				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$2,277.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$1,800.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$5,056.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.60
TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 15° AÑO, SISTEMA EN RED				\$8,090.17

TABLA 27. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 16° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 16° AÑO, SISTEMA EN RED				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Microinversor de corriente NEP BDM-600	pza	\$5,075.92	2	\$10,151.84
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$11,951.84
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$12,931.20

FACTOR DE INFLACIÓN	1.64
TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 16° AÑO, SISTEMA EN RED	\$21,207.16

TABLA 28. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 20° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 20° AÑO, SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$2,277.00
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$1,800.00
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$5,056.36
FACTOR DE INFLACIÓN				1.80
TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 20° AÑO SISTEMA EN RED				\$9,101.44

TABLA 29. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 24° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 24 AÑO, SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Microinversor de corriente NEP BDM-600	pza	\$5,075.92	2	\$10,151.84
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$11,951.84
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65

Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$12,931.20
FACTOR DE INFLACIÓN				1.96
TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 24° AÑO, SISTEMA EN RED				\$25,345.14

TABLA 30. MANTENIMIENTO PREVENTIVO 25° AÑO - SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 25° AÑO, SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED				
MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Cable condumex cal.10 rojo	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 negro	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable condumex cal.10 blanco	m	\$20.00	27	\$540.00
Cable de 3 polos cal.10 de uso rudo	mts	\$73.00	9	\$657.00
SUBTOTAL: MATERIALES				\$2,277.00
COMPONENTES				
COMPONENTES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Visita técnica	pza	\$1,800.00	1	\$1,800.00
Panel solar marca SOLARTEC de 330 watts	pza	\$3,357.23	3	\$10,071.69
SUBTOTAL: COMPONENTES				\$11,871.69
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Electricista baja tensión	JOR	\$596.89	1	\$596.89
Ayudante de electricista	JOR	\$335.83	1	\$335.83
SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$932.72
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Equipo de seguridad	%	\$932.72	0.02	\$18.65
Herramienta menor	%	\$932.72	0.03	\$27.98
SUBTOTAL: HERRAMIENTA Y EQUIPO				\$46.64
SUBTOTAL MANTENIMIENTO				\$15,128.05
FACTOR DE INFLACIÓN				2.00
TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL 25° AÑO, SISTEMA EN RED				\$30,256.09

Con el análisis de precios unitarios realizado, se presenta una tabla resumen de los costos de mantenimiento para cada sistema de paneles solares durante los veinticinco años de vida útil, las tablas muestran el monto anual afectado por el factor de inflación y su resultante acumulado.

TABLA 31. TABLA RESUMEN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - SISTEMA INDEPENDIENTE

AÑO	MANTENIMIENTO SISTEMA INDEPENDIENTE	FACTOR DE INFLACIÓN	MANTENIMIENTO ANUAL	ACUMULADO
1	\$1,800.00	1.04	\$1,872.00	\$1,872.00
2	\$1,800.00	1.08	\$1,944.00	\$3,816.00
3	\$1,800.00	1.12	\$2,016.00	\$5,832.00
4	\$18,480.88	1.16	\$21,437.82	\$27,269.82
5	\$4,636.36	1.2	\$5,563.63	\$32,833.45
6	\$1,800.00	1.24	\$2,232.00	\$35,065.45
7	\$1,800.00	1.28	\$2,304.00	\$37,369.45
8	\$22,096.36	1.32	\$29,167.20	\$66,536.65
9	\$1,800.00	1.36	\$2,448.00	\$68,984.65
10	\$4,636.36	1.4	\$6,490.90	\$75,475.55
11	\$1,800.00	1.44	\$2,592.00	\$78,067.55
12	\$29,714.69	1.48	\$43,977.74	\$122,045.29
13	\$1,800.00	1.52	\$2,736.00	\$124,781.29
14	\$1,800.00	1.56	\$2,808.00	\$127,589.29
15	\$4,636.36	1.6	\$7,418.18	\$135,007.47
16	\$22,096.36	1.64	\$36,238.03	\$171,245.50
17	\$1,800.00	1.68	\$3,024.00	\$174,269.50
18	\$1,800.00	1.72	\$3,096.00	\$177,365.50
19	\$1,800.00	1.76	\$3,168.00	\$180,533.50
20	\$20,337.88	1.8	\$36,608.18	\$217,141.68
21	\$1,800.00	1.84	\$3,312.00	\$220,453.68
22	\$1,800.00	1.88	\$3,384.00	\$223,837.68
23	\$1,800.00	1.92	\$3,456.00	\$227,293.68
24	\$33,330.17	1.96	\$65,327.13	\$292,620.82
25	\$14,708.05	2	\$29,416.10	\$322,036.92
TOTAL MANTENIMIENTO SISTEMA INDEPENDIENTE				\$322,036.92

TABLA 32. TABLA RESUMEN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - SISTEMA EN RED

AÑO	MANTENIMIENTO SISTEMA EN RED	FACTOR DE INFLACIÓN	MANTENIMIENTO ANUAL	ACUMULADO
1	\$1,800.00	1.04	\$1,872.00	\$1,872.00
2	\$1,800.00	1.08	\$1,944.00	\$3,816.00
3	\$1,800.00	1.12	\$2,016.00	\$5,832.00
4	\$1,800.00	1.16	\$2,088.00	\$7,920.00
5	\$5,056.36	1.2	\$6,067.63	\$13,987.63
6	\$1,800.00	1.24	\$2,232.00	\$16,219.63
7	\$1,800.00	1.28	\$2,304.00	\$18,523.63
8	\$12,931.20	1.32	\$17,069.18	\$35,592.82
9	\$1,800.00	1.36	\$2,448.00	\$38,040.82
10	\$5,056.36	1.4	\$7,078.90	\$45,119.72
11	\$1,800.00	1.44	\$2,592.00	\$47,711.72

12	\$1,800.00	1.48	\$2,664.00	\$50,375.72
13	\$1,800.00	1.52	\$2,736.00	\$53,111.72
14	\$1,800.00	1.56	\$2,808.00	\$55,919.72
15	\$5,056.36	1.6	\$8,090.18	\$64,009.90
16	\$12,931.20	1.64	\$21,207.17	\$85,217.06
17	\$1,800.00	1.68	\$3,024.00	\$88,241.06
18	\$1,800.00	1.72	\$3,096.00	\$91,337.06
19	\$1,800.00	1.76	\$3,168.00	\$94,505.06
20	\$5,056.36	1.8	\$9,101.45	\$103,606.51
21	\$1,800.00	1.84	\$3,312.00	\$106,918.51
22	\$1,800.00	1.88	\$3,384.00	\$110,302.51
23	\$1,800.00	1.92	\$3,456.00	\$113,758.51
24	\$12,931.20	1.96	\$25,345.15	\$139,103.66
25	\$15,128.05	2	\$30,256.10	\$169,359.76
TOTAL MANTENIMIENTO SISTEMA EN RED				\$169,359.76

La tabla resumen para el mantenimiento del sistema *independiente* muestra un monto total de \$322,036.92 esta cantidad supera por \$152,677.16 pesos al mantenimiento del sistema *en red* pues tiene un total de \$169,359.76 pesos, esto se debe a la cantidad de componentes que tienen que ser reemplazados durante los veinticinco años de vida útil.

Con los valores obtenidos se realizaron las siguientes gráficas que muestran el costo de mantenimiento anual y acumulado en donde se puede observar el comportamiento de cada sistema durante este periodo de evaluación.

TABLA 33. MANTENIMIENTO ANUAL - SISTEMA INDEPENDIENTE

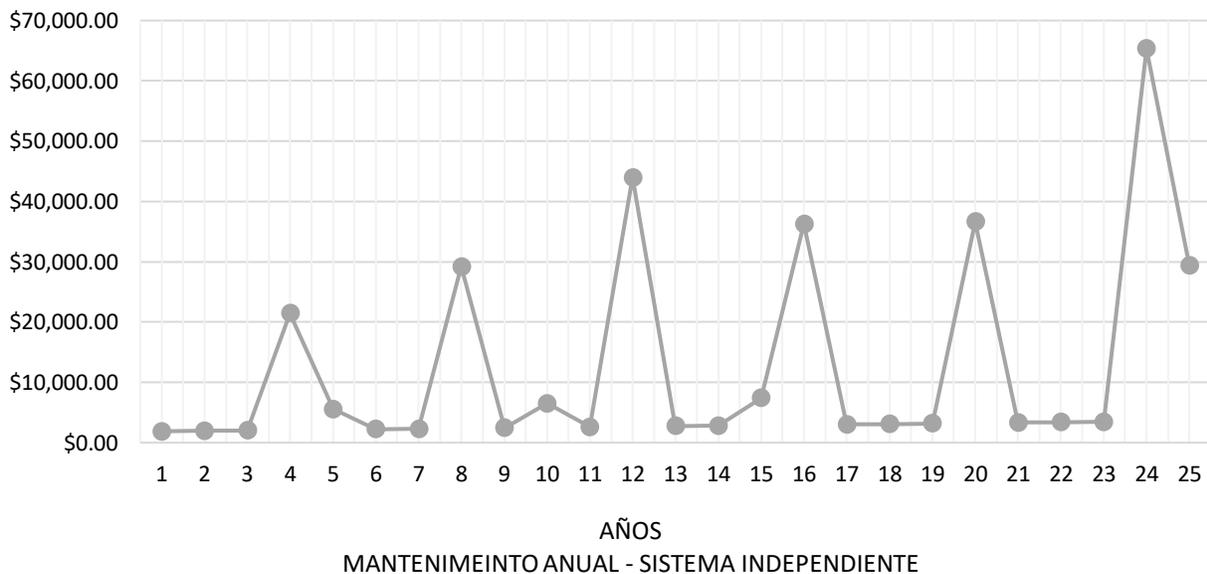
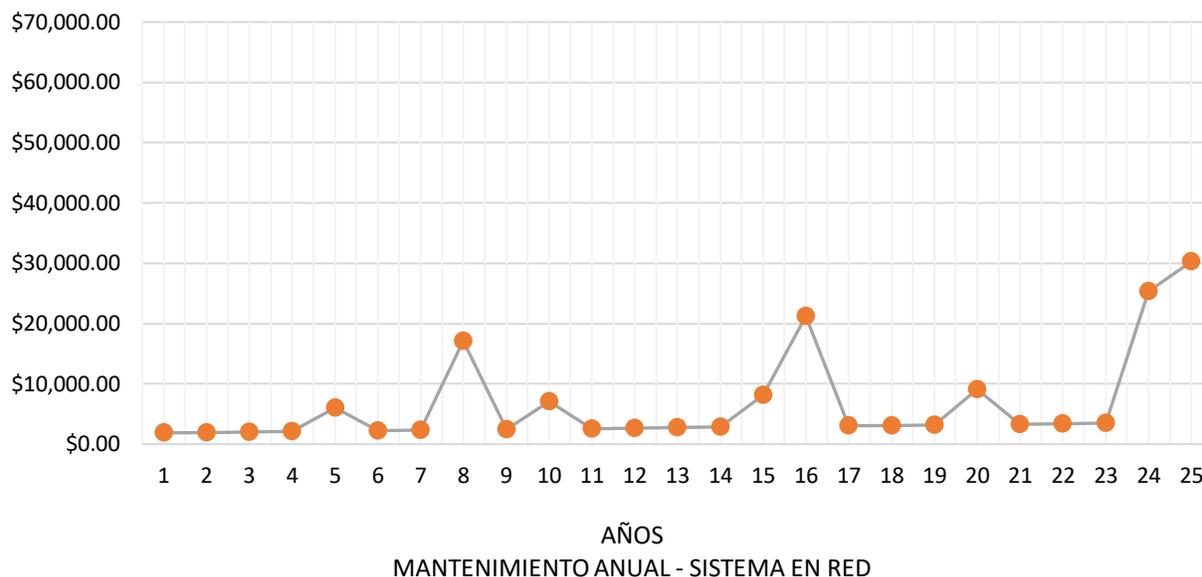


TABLA 34. MANTENIMIENTO ANUAL - SISTEMA EN RED

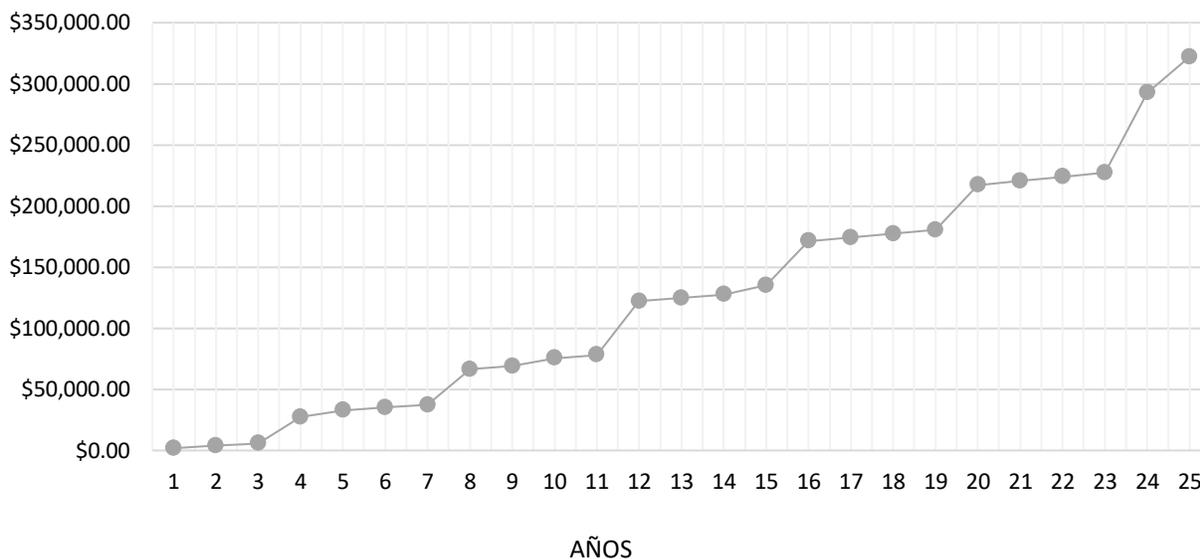


En la gráfica de mantenimiento anual en ambos casos se mantiene en línea horizontal los primeros años y aumenta en el *sistema de paneles solares independiente* cada cuatro años por el remplazo de las baterías que terminan su vida útil, posteriormente el cambio del resto de los componentes coincide en sus múltiplos, es decir, ocho, doce, dieciséis, veinte y veinticuatro años, etapas donde se aprecian cantidades elevadas.

Por otra parte, el mantenimiento del *sistema de paneles solares en red* solo aumenta cada ocho años debido a que su inversor de corriente tiene el doble de vida útil que las baterías del sistema *independiente* por ende se usan menos piezas.

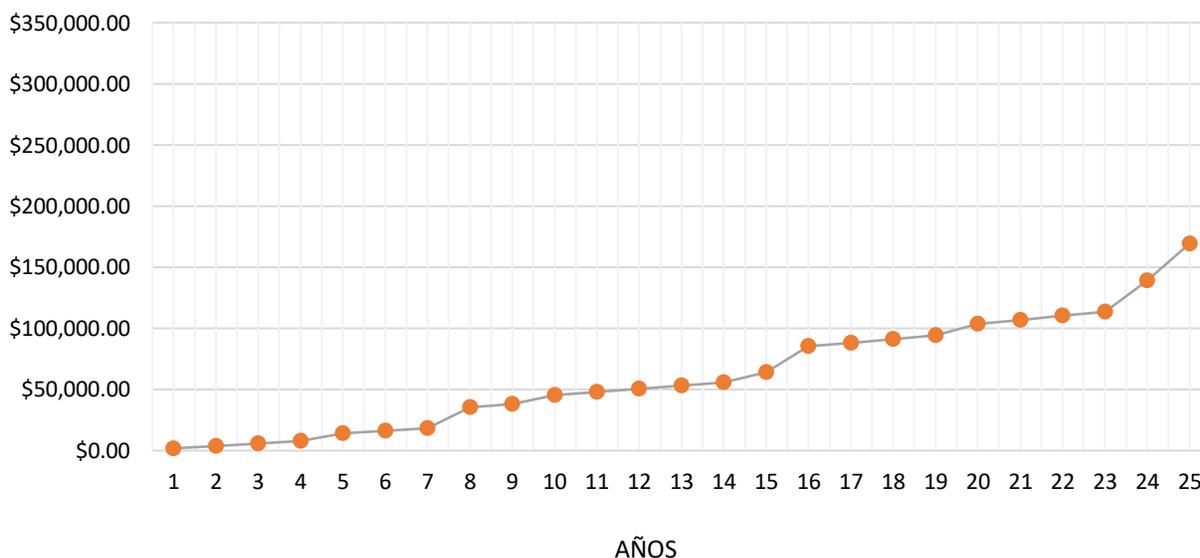
Ahora se muestran las gráficas de con el monto acumulado resultante de los veinticinco años de mantenimiento de los sistemas de paneles solares.

TABLA 35. MANTENIMIENTO ACUMULADO - SISTEMA INDEPENDIENTE



MANTENIMIENTO ACUMULADO - SISTEMA INDEPENDIENTE

TABLA 36. MANTENIMIENTO ACUMULADO - SISTEMA EN RED



MANTENIMIENTO ACUMULADO - SISTEMA EN RED

Por último, la gráfica del mantenimiento acumulado del *sistema de paneles solares independiente* muestra un aumento desde el cuarto año de funcionamiento y conforme avanza el tiempo se puede apreciar una línea con tendencia vertical lo cual hace notar que sus montos de mantenimiento crecen en seis ocasiones; en el caso del *sistema de paneles solares en red* el aumento inicia en el octavo año donde genera una línea que se mantiene horizontal por más tiempo ya que solo presenta aumentos notables en tres ocasiones.

De acuerdo con los datos recabados se puede concluir que el *sistema de paneles solares en red* tiene un crecimiento estable y su gasto es menor que el *sistema de paneles solares independiente* lo que lo hace una opción adecuada para este inmueble.

Cuota de servicio eléctrico

Si bien se realizó el análisis del costo de implementación y mantenimiento de ambos sistemas de paneles solares, en este capítulo se evaluará la cuota a pagar por el servicio eléctrico con la Comisión Federal de Electricidad, donde se muestran tres opciones: con el sistema *independiente*, con el sistema *en red* y sin sistemas solares instalados. Para este análisis hay cuatro condicionantes que se mencionan a continuación.

La primera es que el *sistema de paneles solares en red* tendrá otro tipo de contrato y modalidad de cálculo pues al estar interconectado con la red general, forma parte del sistema federal y el valor de su energía depende del nodo de conexión donde esté instalado el medidor que registra el flujo de la energía producida.

La segunda se refiere al consumo eléctrico que puede variar con las estaciones del año, por el nivel de iluminación y temperatura principalmente, por ello, en este análisis se tomará en cuenta un consumo promedio de 170.83 Kwh por bimestre²⁵.

La tercera se enfoca en el *sistema de paneles solares independiente*, por el motivo de que no se puede realizar un pago del servicio eléctrico ya que no se encuentra conectado al sistema general, solo se limita a comentar el costo de la energía generada al bimestre tomando como base el costo total por implementación y mantenimiento.

Una vez aclaradas estas condiciones, se procede a mostrar el cálculo para el *sistema de paneles solares independiente*.

TABLA 37. COSTO DE ENERGÍA CON SISTEMA DE PANELES SOLARES INDEPENDIENTE

Costo de energía producida por el <i>sistema de paneles solares independiente</i>					
Costo de implementación	Costo de mantenimiento	Costo Total	Costo de la energía generada en un año	Costo de la energía generada en un bimestre	Energía generada por bimestre
\$49,698.00	\$322,036.92	\$371,734.92	\$14,869.40	\$2,478.23	242.35 Kwh

Mediante esta tabla podemos apreciar que el costo por la producción bimestral del *sistema de paneles solares independiente* tiene un valor de \$2,478.23 pesos que corresponde a 242.35 Kwh, producción estimada por bimestre.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de la cuota para el *sistema de paneles solares en red* donde se aplica la tarifa de comercialización conocida como *Medición Total o Net*

²⁵ Consumo promedio obtenido de las métricas de Enero 2019 a Diciembre 2019.

*Metering*²⁶ el cual es un esquema de cobro donde solo se usa un medidor bidireccional para realizar el registro de la energía ingresada y tomada de la red general, esto permite hacer un balance al final del bimestre, pagar la energía consumida que no se cubrió con la energía solar o de lo contrario guardar el excedente para el próximo corte y de continuar con un excedente al finalizar el año, se tiene la posibilidad de pedir un reembolso a precio del nodo de conexión donde se encuentre instalado el medidor.

TABLA 38. COSTO DE ENERGÍA CON SISTEMA DE PANELES SOLARES EN RED

Costo de energía producida por el sistema de paneles solares en red						
Costo de implementación	Costo de mantenimiento	Total	Energía producida por bimestre	Consumo de energía promedio por bimestre	Energía excedente	Reembolso equivalente (nodo de conexión: Atizapán de Zaragoza \$885 / Mwh)
\$30,171.94	\$169,359.76	\$199,531.70	242.35 Kwh	170.83 Kwh	71.5 Kwh (0.0715 Mwh) Bimestrales	\$63.27 Bimestrales
					429.12 Kwh (0.4291 Mwh) Anuales	\$379.77 Anuales

La tabla para el costo de energía del *sistema de paneles solares en red* nos muestra que además de cubrir la energía utilizada (170.83 Kwh), tenemos un excedente de 71.5 Kwh bimestrales, que al año resulta en 429.12 Kwh equivalente a 0.4291 Mwh lo cual multiplicado por el valor del nodo de conexión \$885 pesos resultan en un reembolso de \$379.77 pesos por año.

La siguiente tabla muestra el cálculo de costo para la energía eléctrica sin paneles solares, se realizó con la cuota residencial establecida por la Comisión Federal de Electricidad para este inmueble.

TABLA 39. COSTO DE ENERGÍA SIN SISTEMAS SOLARES

Costo de energía sin sistemas solares				
Consumo de energía promedio por bimestre	Cálculo del pago de la energía consumida (Tarifa 1 - CFE)			Monto por pagar en un bimestre
170.83 Kwh	150 Kwh	\$0.841 por cada Kwh de consumo (hasta 150 Kwh)	\$126.15	\$147.31

²⁶ Explicado en el capítulo "Marco regulatorio para interconexiones".

	20.83 Kwh	\$1.016 por kwh de consumo (hasta 65 Kwh más)	\$21.16	
--	-----------	--	----------------	--

Esta tabla muestra el pago normal por el servicio eléctrico, la tarifa residencial tiene parámetros de consumo del cual depende el monto a pagar por bimestre. Tenemos un costo de \$126.15 pesos por los primeros 150 Kwh y \$21.16 pesos por los 20.83 kwh restantes que sumados dan un total de \$147.31 pesos por los 170.83 Kwh de consumo.

A continuación, se muestra una tabla resumen de los tres escenarios analizados anteriormente, esta tabla pretende mostrar si existe un costo beneficio por cada propuesta señalada.

TABLA 40.RESUMEN DE COSTOS DE ENERGÍA

Resumen de costos de energía					
	Costo de implementación	Costo de Mantenimiento	Total por cada opción	cuota de servicio por bimestre	Comentarios
Sistema de Paneles Solares Independiente	\$49,698.90	\$322,036.92	\$371,735.82	No aplica debido a que el sistema no está conectado con la red general.	El costo de producir 242.35 Kwh por bimestre es de \$2,478.23 pesos
Sistema de Paneles Solares En Red	\$30,171.94	\$169,359.76	\$199,531.70	Pago por el derecho de alumbrado público (10% del valor del consumo de energía eléctrica).	Se tiene un excedente de energía el cual genera un reembolso de \$63.27 bimestrales, un total de \$379.77 pesos anuales
Sin Sistema de Paneles Solares	\$0.00	\$0.00	\$0.00	Pago de \$147.31 bimestrales	Se tiene un pago de tarifa residencial acorde al consumo eléctrico planteado

La tabla resumen muestra que para el sistema *independiente* no existe cuota ya que funciona de otra manera, en este caso el costo de producir 242.23 Kwh por bimestre asciende a \$2,478.23 valor que es alto si se compara con el valor comercial que ofrece la Comisión Federal de Electricidad; en el sistema *en red*, la producción de energía solar cubre el consumo eléctrico e incluso se genera un excedente que a fin de año puede ser reembolsable por \$379.77 pesos, ahora bien, servicios como el derecho de alumbrado público (DAP) se continúan pagando que para tarifas residenciales equivale al 10% del valor del consumo eléctrico, que son \$14.73 pesos, dicha cantidad está cubierta con el excedente bimestral de \$63.27 pesos; por último, en el caso donde no se instala algún sistema de paneles solares existe una cuota de \$147.31 pesos que se debe pagar por el servicio de energía eléctrica cantidad que es accesible.

Marco legal en sistemas de paneles solares

En este apartado se comentarán las condiciones normativas que afectan a los sistemas de paneles solares, en específico a los *sistemas de paneles solares en red* ya que, al estar intercambiando energía con el sistema general de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se debe tener un contrato es cual defina las condiciones para la comercialización de la energía producida, así como las características que debe cumplir en la instalación residencial para este cometido.

Por otra parte, se comentan los reglamentos en materia de seguridad para instalaciones eléctricas, tal es el caso de la Norma Mexicana NMX-J-604-ANCE-2016 que complementa la NOM-001- SEDE-2012 con respecto al suministro y uso de la energía eléctrica.

Finalmente, se encuentra la Ley de Impuestos Sobre la Renta donde se establecen los tiempos de vida útil para el cableado, en instalaciones generadoras de energía solar. A continuación, se explican con detalle estos reglamentos mencionados.

Modalidad de contratos para interconexiones

La implementación de un *sistema de paneles solares en red*, con una producción menor a 500 kWp, está regulada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) debido a que es una producción mínima, comparada con una central eléctrica, y que introduce la energía eléctrica excedente a la red general; esta configuración en el sistema de CFE se conoce como *generación distribuida*, Mendoza (2014) la define como “generación o almacenamiento de energía eléctrica a pequeña escala, lo más cercana al centro de carga, con la opción de interactuar (comprar o vender) con la red eléctrica”.

Ahora bien, la compra y venta se realiza a través de un Contrato De Interconexión con CFE en el cual se elige un esquema de contraprestación que puede ser: *Medición Neta (Net Metering)*, *Facturación Neta (Net Billing)* o *Venta Total de Energía*.

La energía que se genera por el sistema de paneles solares se paga al Precio Marginal Local en el nodo correspondiente al punto de interconexión y la energía consumida de la red eléctrica se cobra a precio de la tarifa del inmueble.

FACTURACIÓN NETA NET BILLING



Fuente: CRE

Enlight®

ILUSTRACIÓN 21. ESQUEMA NET BILLING (CRE, ilustración por ENLIGHT,2020)

Finalmente, se encuentra el esquema de *Venta Total de Energía* que se enfoca en la venta de la energía producida a Precio Marginal Local en el nodo correspondiente al punto de interconexión sin que se consuma nada en el sitio de instalación.³⁰

Esta modalidad no es muy común ya que el precio de compra no es atractivo para el propietario por ser bajo en comparación a la tarifa regular de la electricidad lo que ocasiona que la inversión realizada en el sistema de paneles solares se extienda más de lo esperado.

En conclusión, con los tres esquemas de interconexión se puede obtener un beneficio económico siempre que se realice una correcta evaluación de las condiciones que implica cada uno de ellos; para el caso de este proyecto, *Medición Total (Net Metering)* es el esquema adecuado debido a que solo se usa un medidor para realizar el registro, la metodología de funcionamiento es sencilla y se comercializa bajo las mismas unidades, así lo convierte en un método equitativo de compra – venta con ambas partes, el proveedor de servicios y el propietario del sistema de paneles solares.

³⁰ Ibid.

VENTA TOTAL DE ENERGÍA



Fuente: CRE

Enlight®

ILUSTRACIÓN 22. ESQUEMA VENTA TOTAL (CRE, ilustración por ENLIGHT,2020)

Además de estas maneras de realizar la venta de la energía generada por los sistemas de paneles solares, existen lineamientos en materia de seguridad para las instalaciones de energía fotovoltaica que se deben seguir para evitar accidentes que puedan dañar al usuario y a los dispositivos en general.

Norma Mexicana NMX-J-604-ANCE-2016

La norma *NMX-J-604-ANCE-2016 Instalaciones eléctricas – métodos de diagnóstico y reacondicionamiento de instalaciones eléctricas en operación – especificaciones*, (mencionada por Sánchez Galván,2020) es una norma mexicana que tiene el objetivo de establecer los requisitos para los métodos de diagnóstico, evaluación y reacondicionamiento de una instalación eléctrica en operación, esto con el objeto de identificar condiciones peligrosas, deterioro físico, mala utilización y en general aquellas condiciones que ponen en riesgo la vida de las personas y los bienes, a fin de establecer las acciones necesarias para asegurar una protección adecuada contra: choques eléctricos; efectos térmicos; sobre corrientes; corrientes de falla; y sobretensiones. Además, establece las especificaciones para la evaluación de los materiales y el equipo que la constituyen para determinar si continúan en condiciones satisfactorias de seguridad de acuerdo con las regulaciones y/o normas vigentes.

Es una norma catalogada por la Asociación de Normalización y Certificación (ANCE), que funciona como complemento para la NOM-001-SEDE-2012 pues considera aspectos esenciales de seguridad contemplados en esta última norma.

Esta norma se considera aplicable en este proyecto pues establece los parámetros para realizar la inspección física en el mantenimiento preventivo, así como las condiciones de protección e instalación que se deben llevar a cabo para la instalación del cableado y equipos necesarios en los sistemas de paneles solares.

Ley de Impuestos Sobre la Renta

La Ley del Impuesto Sobre la Renta es una de las normas tributarias de aplicación legal en México, esta ley establece lineamientos para regular los ingresos resultantes de actividades económicas dentro del país ya sea por personas físicas o morales nacionales o extranjeras, así mismo, determina el valor de los bienes que participen en las actividades de producción. Para este proyecto, la Ley de Impuestos Sobre la Renta se aplicó al definir el tiempo de vida útil para el cableado y estimar cuando debe ser reemplazado. El Art. 34 fracción XIII establece un plazo de vida útil de cinco años en instalaciones que generen energía limpia proveniente de fuentes renovables en este caso, de paneles solares.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos de la comparativa entre los sistemas de paneles solares, se concluye que es conveniente la instalación de un *sistema de paneles solares en red*, debido a que el departamento cuenta con un contrato y suministro eléctrico por parte de la compañía de luz a la cual puede conectarse para introducir la energía generada, además, la inversión para implementar los equipos es \$19,526.96 pesos menos que el *sistema de paneles solares independiente* (Tabla 8) y su mantenimiento durante los 25 años de vida útil tiene un crecimiento estable hasta \$169,359.76 pesos en comparación al *sistema de paneles solares independiente* que tiene un costo para mantenimiento de \$322,036.92 pesos durante el mismo lapso de tiempo (Tabla 41).

Tabla 8. COMPARATIVA DE PRESUPUESTOS DE SISTEMAS DE PANELES SOLARES

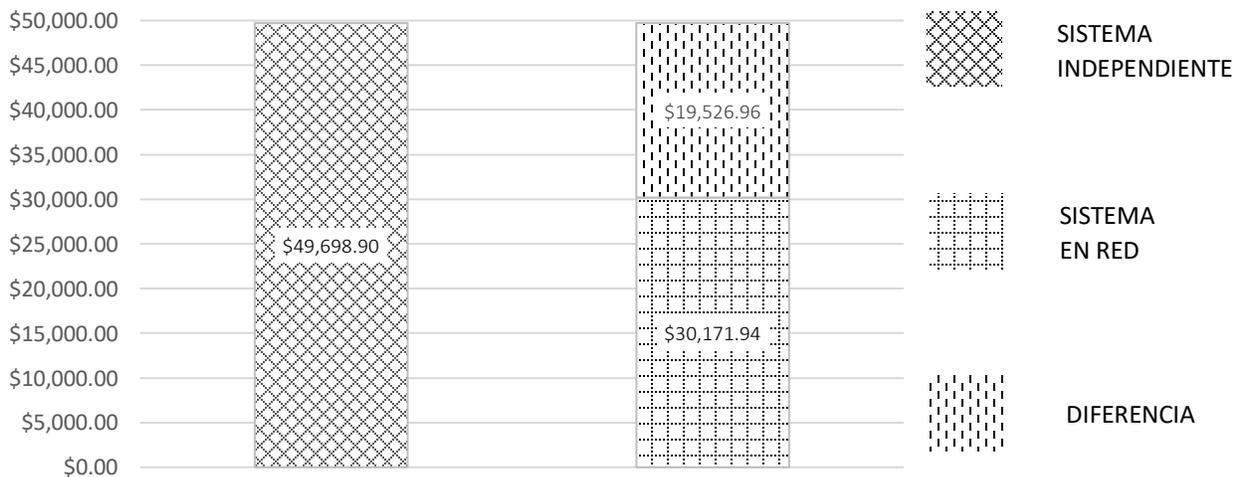
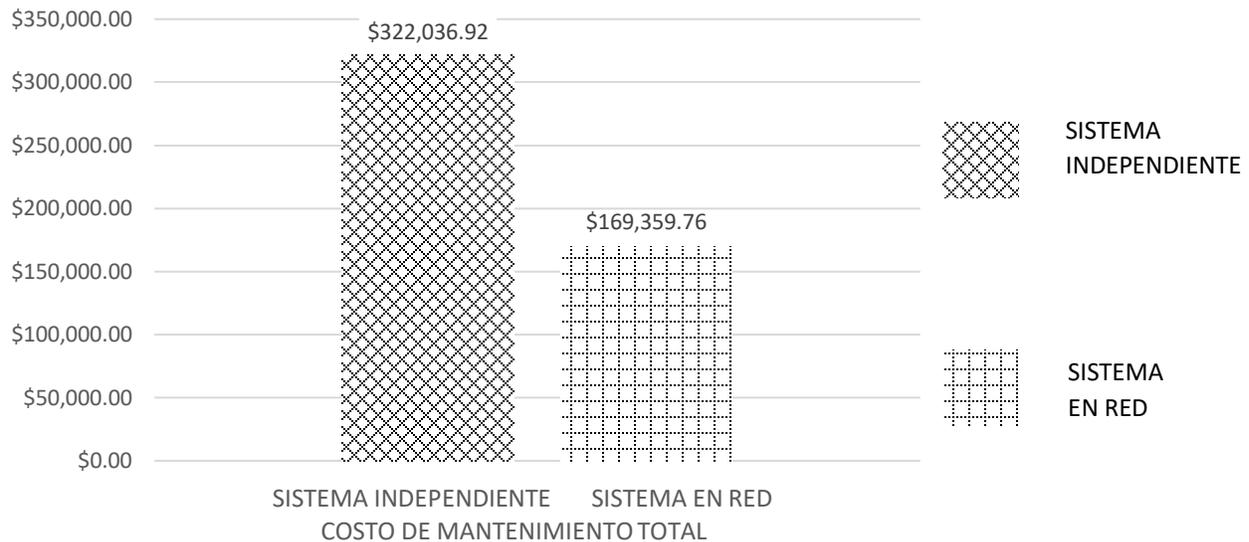


TABLA 41. COSTO DE MANTENIMIENTO TOTAL - SISTEMAS DE PANELES SOLARES



Llegados a este punto, se puede comentar si los objetivos de esta investigación fueron cumplidos y por qué a continuación.

1. Establecer las semejanzas y diferencias de los sistemas de paneles solares en red e independiente, en qué consiste su funcionamiento, así como las ventajas y desventajas con base en los requerimientos para su instalación y los beneficios que otorgan.

Este objetivo fue alcanzado debido a la información obtenida y estudio del tema.

2. Identificar cuál es la mejor opción de acuerdo con las necesidades establecidas mediante la comparativa de ambos sistemas de paneles solares.

Este objetivo fue alcanzado ya que se conoce el emplazamiento, las condiciones del proyecto y las características de cada sistema para determinar cuál es la opción adecuada.

3. Evaluar los dos sistemas de paneles solares de acuerdo con el costo de adquisición y de mantenimiento que puedan tener durante su vida útil.

Este objetivo no fue cumplido en su totalidad debido a que, en el caso del mantenimiento preventivo, no se tienen condiciones reales para que una empresa aseguradora evalúe el costo de póliza por daños al sistema solar

4. Registrar la comparativa de mantenimiento y realizar la proyección de costo de los dos sistemas de paneles solares.

Este objetivo fue cumplido pues los datos de costo obtenidos se plasmaron en gráficas donde se comparan ambos sistemas y se puede observar una proyección de costo en distintas etapas de tiempo.

Es importante señalar que el costo – beneficio que se evaluó en el análisis de cuotas por el uso de energía eléctrica sugiere que la inversión en la implementación y el mantenimiento de los sistemas de paneles solares contra la retribución económica no es tan grande como se esperaba, se puede recuperar el costo de implementación, pero el costo de mantenimiento no se recupera por completo. Por este motivo se recomienda la reducción del sistema, para minimizar la inversión y seguir produciendo energía.

Por último, se encuentra el *marco regulatorio para interconexiones*, que es un aspecto legal de carácter obligatorio, por ello se concluye que el esquema de *Medición Neta (Net Metering)* es adecuado para este proyecto por ser simple de comprender, funcionar con un solo medidor y es equitativo, es decir, la energía producida se balancea con la energía consumida de la red eléctrica general y no existe una desventaja económica al generar energía que se paga a la tarifa más baja del mercado.

Cabe mencionar que esta normativa solo aplica para los sistemas de paneles solares que se interconecten a la red eléctrica general, siendo la excepción para los *sistemas de paneles solares independientes*. Por otra parte, la Norma Oficial Mexicana NOM NMX-J-604-ANCE-2016 aplica en cualquier tipo de instalación eléctrica pues tiene el objetivo de asegurar la integridad de los usuarios en los inmuebles y evitar siniestros.

Bibliografía

Álvarez-Castañón, L. del C., & Tagle-Zamora, D. (2019). Transferencia de ecotecnologías y su adopción social en localidades vulnerables: Una metodología para valorar su viabilidad. *Ciencia UAT*, 83-99.

Autosolar. (2015, abril 19). ¿Qué es un panel solar? ¿Qué es un panel solar? Recuperado 2 de agosto de 2021, de <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-panel-solar>

BALAN, Enrique (2016), ¿Cuánto dura una instalación eléctrica?, *Constructor Eléctrico | Energy Management*, 2016, Año IV, No. 55 P. 28.

Barberá Santos, D. (2011). Sistema generador fotovoltaico de alto rendimiento conectado a red. Tesis de maestría. Universidad de Sevilla.

Becerril Tinoco, C. A. (2018). Análisis multidimensional en la implementación de ecotecnias: Reflexiones teórico-prácticas. *Economía Sociedad y Territorio*, 1275-1280.

Cenace. Centro Nacional de control de Energía (2022). Precios Marginales Locales Recuperado 23 de julio de 2022, de <https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/Reportes/PreEnerServConMTR.aspx>

Centro de Estudios Sociales Prometeo, AC. (2014). *Ecotécnicas* ((2da. Ed.) 2016). México. INDESOL.

Comisión Federal de Electricidad (CFE)

C-Verde, <http://c-verde.com.mx/>, WordPress, 2020

Energeka, <https://www.energeka.com/>, Energeka Super Master, 2020

Enlight. (2020, junio 17). Net metering y net billing: sistemas de interconexión en México | Enlight. Blog Enlight. Recuperado el 23 de junio de 2022, de <https://www.enlight.mx/blog/conoce-los-esquemas-de-interconexion-que-existen-en-mexico>

Espinosa Cruz, J. (2016, noviembre 23). Conermex | Webinar 1. Dimensionamiento Básico. Webinar 1. Dimensionamiento Básico. <https://www.conermex.com.mx/webinar/webinar-01-dimensionamiento-basico.html>

Guzmán Cardenas, G. C. (2015). Progreso sin daño ambiental. ¿Cómo ves?, 205, 2.

Ingenieria, V. (2016, abril 15). Medidor Bidireccional. Volt Ingeniería. Recuperado 5 de febrero de 2021, de <https://www.voltingenieria.com.mx/single-post/2016/04/15/medidor-bidireccional>

Jutglar Banyeres, L. (2012). Generación de Energía Solar Fotovoltaica. España. Marcombo.

Longar Blanco, M. del P., Molina Salgado, A. B., & Morales Narváez, J. (2007). Alternativas bioenergéticas y sustentabilidad. Mundo Siglo XXI, 7, 102.

ONU. (2011). Asamblea General de las Naciones Unidas. Desarrollo sostenible; Naciones Unidas. Recuperado 3 de febrero de 2021, de <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

Ortiz Moreno, J. A., Malagón García, S. L., & Masera Cerutti, O. R. (2015). Ecotecnología y sustentabilidad: Una aproximación para el Sur global. INTERdisciplina, 3(7).

Ortiz Moreno, J. A., Masera Cerutti, O. R., & Fuentes Gutiérrez, A. F. (2014). La ecotecnología en México. Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. México.

Parellada, Á. M. (2008). Eficiencia energética. Ciudades para un futuro más sostenible. España. Editorial Biblioteca CF+S.

Planas, O. (2021, marzo 21). Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica. Instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red. Recuperado 21 de marzo de 2021, de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/instalacion-conectada-red>

Planas, O. (2017, marzo 21). ¿Qué son las instalaciones fotovoltaicas autónomas? Instalaciones fotovoltaicas aisladas. Recuperado 21 de marzo de 2021, de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/instalaciones-fotovoltaicas-aisladas>

Planas, O. (2016, abril 8). ¿Qué es un regulador de carga? Tipos, parámetros y función. Paneles de energía solar fotovoltaica. Recuperado 6 de febrero de 2021, de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/instalaciones-autonomas/reguladores-carga>

Sánchez Galván, Miriam Floricelda, (Octubre, 2020) NMX-J-604-ANCE-2016: Instalaciones Eléctricas – Métodos de Diagnóstico y Reacondicionamiento de Instalaciones Eléctricas en Operación Especificaciones. [Conferencia]. 2020 16vo del Congreso de NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (utilización), México, 2020.

SEDESOL. (2012). Guía de ecotecnias para Centros de Desarrollo Comunitario (1.^a ed.). México. SEDESOL.

SMARTGRIDSINFO. (s. f.). Consumo Energía Eléctrica • SMARTGRIDSINFO.
SMARTGRIDSINFO. Recuperado 3 de febrero de 2021, de
<https://www.smartgridsinfo.es/consumo-energia-electrica>

Teknosolar. (2018, enero). ¿Qué es y cómo funciona un Inversor solar? TeknoSolar
Community. Recuperado 5 de febrero de 2021, de
<https://www.teknosolar.com/community/index.php?p=/discussion/14/que-es-y-como-funciona-un-inversor-solar>

Tecnosol. (2016, agosto 26). Baterías para energía solar. Tipos de baterías | Energía Solar
Baterías | Tecnosol. BLOG Tecnosol. Recuperado 6 de febrero de 2021, de
<https://tecnosolab.com/noticias/baterias-para-energia-solar-tipos/>

Anexos

A.1 – Fichas técnicas de sistema de paneles solares independiente

Panel Solar



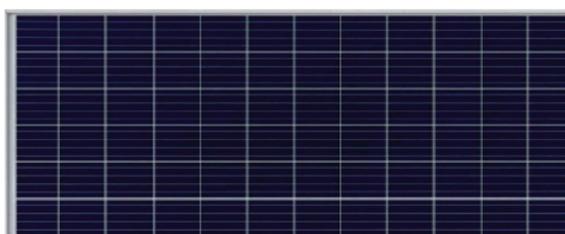
POLICRISTALINO

● 310 – 330 W SOLAR PANEL

S72PC

Módulo con 72 celdas

S72PC- 310, S72PC-315, S72PC-320,
S72PC-325, S72PC-330.



BENEFICIOS

-  -Resistente a impactos de granizo con una velocidad de hasta 23 m/s.
-  -Amplios rangos de operación de [-40°C hasta +90°C].
-  -Soporta cargas mecánicas superiores a 5,400 Pa de nieve, y superiores a 2,400 Pa en viento.
-  -Libre de problemas de Degradación por Potencial Inducido (PID).
-  -Aislamiento eléctrico de 3,600 V por un segundo.
-  -Celdas libres de Micro Cracks.
-  -Resistencia de aislamiento mayor a los 100 MΩ.
-  -Alta resistencia a la corrosión por niebla salina y amoníaco.
-  -Libre del efecto de Degradación Inducida por la Luz (LID).
-  -Tolerancia positiva.

El módulo solar S72PC utiliza 72 celdas policristalinas solares, con un óptimo diseño integrando un sistema de manufactura robusto y automatizado con pruebas de calidad sobre la lista de materiales y con 3 pruebas de ELT antes de embarcar. Todos los módulos Solartec están diseñados y probados bajo las siguientes normas:

- IEC 61215 / Cualificación del diseño y homologación.
- IEC 61730 / Requisitos de seguridad del módulo.
- IEC 61701 / Prueba de corrosión por niebla y salinidad.
- IEC 62804 / Métodos de ensayo de detección de la degradación por potencial inducido.
- IEC 62716 / Prueba de corrosión por amoníaco.
- UL 1703 / Seguridad para módulos fotovoltaicos de placa plana.
- NMX-J-643 / Dispositivos fotovoltaicos parte 1 a la 11.
- NMX-J-618 / Seguridad módulos FV (construcción) parte 1 a la 6.
- G0100-04 / Especificación de CFE.

CALIDAD DE GARANTÍA

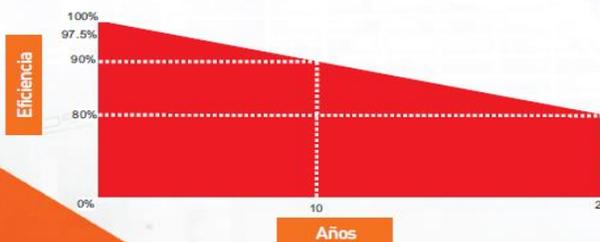
Se garantiza un óptimo funcionamiento en los primeros 10 años ante los defectos de fábrica en el módulo fotovoltaico.

GARANTÍA DE RENDIMIENTO

-Durante el primer año se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor a 97.5%.

-Del año 2 al año 10 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 90%.

-Del año 11 al año 25 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 80%, manteniendo una degradación lineal del 0,72% anual.



Condiciones de Operación

Temperatura	-40°C hasta +90°C
Carga Máxima de Viento	2,400 Pa
Carga Máxima de Nieve	5,400 Pa.
Resistencia al Impacto de	Granizo con velocidad de 23 m/s
Conductividad a Tierra	≤ .1 Ω.
Resistencia de aislamiento	≥ 100 MΩ.
Humedad Relativa	85% /85°C

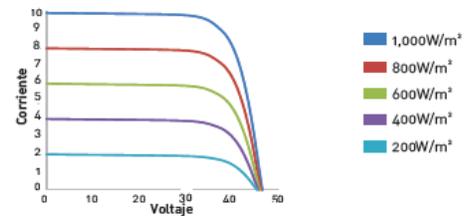
S72PC

www.solartec.mx

Especificaciones

Tipo de Celda	Policristalina
Dimensiones de Celda	156 mm * 156 mm
Número de Celdas	72 (6 x 12)
Peso	23.2 Kg
Dimensiones de Módulo	1,956 mm x 992 mm x 45 mm, 22mm
Longitud del Cable	1,200 mm, Tipo THWN, 1,000V, 4mm ²
Caja de Conexiones IP	IP65 / IP67
Número de Diodos de Derivación	3 / 6
Conectores	MC4 Compatible / IP65
Hoja Trasera	Blanca
Vidrio	3.2mm, Antireflejante, Templado y bajo en hierro
Marco	Aluminio anodizado (15 µm), Tipo 6063
Desempeño del Módulo al Fuego	Tipo 1 (UL1703) o Clase C (IEC 61739)
Aplicación de Acuerdo a la IEC	Clase A
Configuración de Empacado	23 piezas por pallet
Peso por Pallet	554.6 Kg
Piezas por Contenedor	40 ft ³ - 600 piezas / 53 ft ³ - 750 piezas

CURVA DE I-V



Características de corriente / voltaje dependiendo de la irradiancia

Voltaje máximo del sistema	1,000 V	Valor máximo del fusible en serie	15 A
----------------------------	---------	-----------------------------------	------

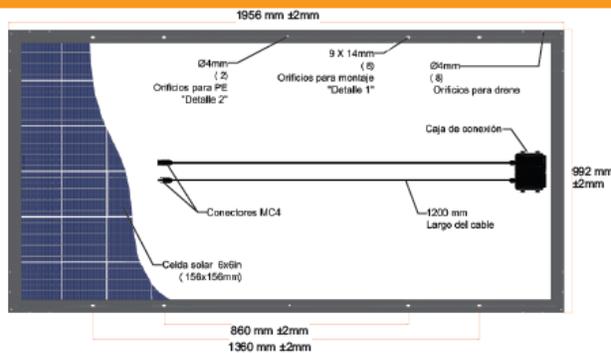
Panel Solar con Celdas de 156mm de Silicio Policristalino

Modelo	S72PC-310		S72PC-315		S72PC-320		S72PC-325		S72PC-330	
	STC	NOCT								
Condiciones de Medición										
Voltaje de circuito abierto (Voc)	44.00 V	43.93 V	44.30 V	44.23 V	45.75 V	45.68 V	46.44 V	46.38 V	46.44 V	46.38 V
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmpp)	37.10 V	37.03 V	37.30 V	37.23 V	37.78 V	37.71 V	38.95 V	38.89 V	38.95 V	38.89 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8.86 A	7.16 A	8.93 A	7.22 A	9.93 A	8.02 A	8.89 A	7.12 A	9.02 A	7.23 A
Corriente en el punto de máxima potencia (Impp)	8.36 A	6.75 A	8.44 A	6.82 A	8.47 A	6.84 A	8.37 A	6.71 A	8.50 A	6.81 A
Potencia máxima (Pmax)	310 W	250 W	315 W	253 W	320 W	258 W	325 W	260 W	330 W	264 W
Eficiencia del módulo*	16.00%		16.26%		16.52%		16.75%		17.01%	
*Eficiencia en Condiciones STC										

Coefficientes de Temperatura

de Isc (α)	+0.050% / °C	de Voc (β)	-0.34% / °C	de Pmax (γ)	-0.41% / °C
------------	--------------	------------	-------------	-------------	-------------

Dimensiones



Garantías

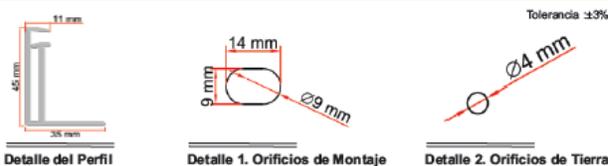
Durante el primer año se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor a 97.5%.

Del año 2 al año 10 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 90%, y del año 11 al año 25 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 80%, manteniendo una degradación lineal del 0,72% anual.

Medido bajo condiciones de prueba estándar y bajo condiciones de temperatura de operación nominal de la celda (STC: 1,000W/m², 25 °C, AM 1.5. NOCT: 800W/m², 45 ±2 °C, AM 1.5).

Las características eléctricas de cada módulo fotovoltaico son monitoreadas individualmente dejando los resultados a disposición del cliente. Tolerancia Garantizada de 0 a 5W.

Marco de Aluminio



Aplicaciones

- Integración estructural
- Plantas de energía solar
- Sistemas de bombeo solar
- Reducción de costos en energía



Contacto **Carretera Libramiento Norte Km 4.6**
Lote No. 9, Parque Industrial Apolo
Irapuato, Gto. México CP 36826
Tel. +52 (462) 635 9828

Solartec S.A.P.I. de C.V.
info@solartec.mx



www.solartec.mx

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. PRECAUCIÓN: Lea el manual de usuario antes de utilizar el producto

012018
V. 6.0

CONTROLADOR DE CARGA SOLAR PROSTAR MPPT(25A Y 40A)



Información general

El regulador de carga solar ProStar MPPT con tecnología TrakStar es un avanzado cargador de baterías con rastreador de punto de máxima potencia (MPPT) para sistemas fotovoltaicos autónomos de hasta 1100 watts (PV). Este regulador permite varios módulos en serie para sistemas de baterías de 12 V y 24 V. Sus opciones detalladas de programación de batería permiten un soporte avanzado de los más recientes tipos de batería de litio, níquel-cadmio y plomo-ácido.

Información general

- Fiabilidad extremadamente alta: placa de circuito con revestimiento de conformación y terminales resistentes a la corrosión.
- Alta eficiencia en niveles de potencia bajos, medios y altos.
- Registro de datos de hasta 256 días de datos detallados de alimentación y de carga.
- Diseño de baja interferencia: cumple con las especificaciones para la clase B de la Comisión Federal de Comunicaciones de E.U.A.
- Control automático de iluminación: control de carga multi-evento ajustable en campo que permite potentes opciones para sistemas de iluminación fotovoltaica.
- El protocolo de comunicaciones de la industria solar estándar MODBUS permite una fácil programación, control, acceso a datos remotos y sincronización de carga.
- Alta resistencia: carcasa de policarbonato y disipador de calor de aluminio extruido.
- Auto-diagnostico: supervisión y reporte continuos de cualquier problema mediante sus LED de estado, pantalla opcional o puerto de comunicación.
- Pantalla: permite ajustes de carga y control de temperatura sin una computadora.

Características y beneficios principales

Control de carga e iluminación

- Ajustes de desconexión y reconexión a bajo voltaje: 11.4 V / 12.6 V o personalizado (x2 para sistemas de 24 voltios)
- Ajustes de iluminación: Amanecer-anochecer o personalizado.

Mecánicas

- Dimensiones Estándar: 20 x 17 x 7 cm / 7.9 x 6.7 x 2.8 pulg.

Carga de la batería

- Carga en 4 etapas: en MPPT, absorción, de mantenimiento, flotación, equalización.
- 7 ajustes estándar y personalizaciones para la batería
- Compensación de temperatura
- Coeficiente: -5 mV / °C
- Rango: -30 °C a +60 °C / -22 °F a +140 °F

Datos y comunicaciones

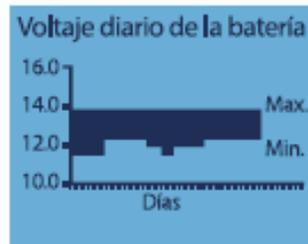
- Puerto de comunicación: MeterBus
- Protocolos: Morningstar MeterBus, MODBUS
- Registro de datos: 256 días, registros diarios
- Software para PC: MSView

Certificaciones

- CE ; RoHS ; ETL (UL1741 , UL 62109) ; cETL (CSA - C22.2 No. 107.1)
- TUV (IEC 62109-1) ; FCC Parte 15 Clase B - compatible
- Fabricado en una instalación certificada por la norma ISO 9001

CONTROLADOR DE CARGA SOLAR PROSTAR MPPT(25A Y 40A)

MODELO	PS-MPPT-25, PS-MPPT-25M	PS-MPPT-40, PS-MPPT-40M
Corriente máxima de batería	25 Amp	40 Amp
Corriente de carga	25 Amp	40 Amp
Voltaje de circuito abierto (Voc) máx.	120 V (sin daño a la unidad)	
Voltaje nominal de batería	12 V o 24 V	
POTENCIA OPERACIONAL NOMINAL MÁX		
Batería de 12 voltios	350 W @ 45 °C	550 W @ 45 °C
Batería de 24 voltios	700 W @ 60 °C	1100 W @ 60 °C
Eficiencia máxima	98%	
Rango del voltaje de la batería	10-35 V	
Autoconsumo	Normal: 0.6 W; Máximo: 1 W	
Indicadores LED	(1) estatus, (3) estado de carga de las baterías	
Protección contra sobretensiones transitorias	Solar, batería, carga	
AMBIENTALES		
Rango de temperatura de funcionamiento	-40 °C a +60 °C	
Rango de temperatura de funcionamiento del medidor	-20 °C a +60 °C	
Temperatura de almacenaje	-40 °C a +80 °C	
Humedad	100% (Sin condensación)	



Nota: Algunos tipos de baterías requieren un sistema de manejo de batería compatible.

BATERÍA CONER 12 VOLTS (Antes Cale Solar)



Información general

Las baterías pueden ser conectadas en serie y paralelo para obtener el voltaje y la intensidad de los requerimientos de descarga. El ciclo de vida depende de los parámetros de carga. La carga de igualación puede ser necesaria en intervalos mensuales si la intensidad de descarga es mayor que el 40%. Las baterías deben ser protegidas del calor excesivo.

Características

- Plomo calcio en parrilla positiva y negativa.
- Placas 13% más gruesas, dan mejor resistencia al ciclado.
- Pasta positiva de alta densidad para alargar la durabilidad.
- Parrillas de metal expandido, 11% más gruesas, forjadas en frío.
- Placas encapsuladas con separador de polietileno.
- 430 cc de reserva de electrolito por celda.
- Caja y tapa de polipropileno de alto impacto.
- Arrestador de flama para seguridad.
- Terminales roscadas de 3/8" de acero inoxidable.

Especificaciones

Voltaje normal	12 V
Largo	330.2 mm
Ancho	172 mm
Altura	217.8 mm
Altura total	240.3 mm
Peso	27.3 Kg
Capacidad	115 AH a 100 horas de descarga

Instrucciones de carga

Voltaje de flotación	13.5 V @ 80° F
Voltaje de igualación	15.5 V @ 80° F
Compensación por temp.	Por cada grado debajo de 27°C .033 (.018) V a la inversa, por cada grado superior a 27°C quitar .033 (.018)V.

Parámetros del controlador de carga

Fijación del punto de regularización (VR)	14.5 V +/- .2
Histéresis de Regularización (VHR)	El voltaje máximo que el controlador permite a la batería 13.5 V
Desconexión de bajo voltaje	Voltaje cuando la corriente es replicada 12.0 V
Histéresis de desconexión de bajo voltaje (LVDH)	Voltaje en el cual la descarga es desconectada para prevenir sobrecarga 1.5 V
	Es el lapso entre el LVD y el voltaje al cual la descarga es reconectada

Inversor

Inversor electrónico de poder
Entrada de 24 volts dc.
Salida regulada de 120 volts ac. 60 hz.
4500 watts máximo 1500 watts continuos



Clave: IC4500-E24S120

[Ver Instructivo](#)

Inversor electrónico con regulador integrado de uso rudo. Para trabajo continuo.

Datos Tecnicos

- Frecuencia controlada
- Libre de armónicas
- Libre de picos transitorios
- Protección de bajo voltaje
- Alimentación 22-30 volts dc
- Salida regulada +- 5% 120 volts ac. 60 hz
- Corriente de salida 37.5 amperes momentáneos
- 12.5 amperes continuos
- Salida 4500 watts O.P.M (máximo)
- 1500 watts R.M.S (continuos)
- Forma de onda, semisenoidal pura
- Ventilacion forzada (enfriado con ventilador)

Terminal de encendido y apagado, toma corriente de 120 volts para control remoto alámbrico en la parte trasera del inversor

Cuerpo del Inversor

Fabricado en aluminio extruido anodizado en color natural

Dimensiones

- Alto: 17 centímetros
- Ancho: 24 centímetros
- Largo: 32.5 centímetros

Peso en Kilos

15.9 kilogramos

NOTA: Recuerde que en todos los inversores de todas las marcas, los watts máximo son de uso momentáneo.

A.1.1 - Cotización de sistema de paneles solares independiente



Soluciones en Ahorro de Energía

14 de agosto de 2020

COTIZACIÓN



Cliente: Ulises Cano
E-MAIL: arj.ulises.cano@gmail.com

Modelo	Descripción	Precio Uni.	Cantidad	Importe	
STC-330P	Panel Solartec policristalino de 330 Watts	\$130.00	3	\$390.00	
CXup-40	Controlador de carga de 40 Amp 12/24 V DC	\$140.00	1	\$140.00	
31H	Batería CONER 31H, 12 V, 115 Ah @ 100 hr, libre de mantenimiento. Vida útil: 3 a 4 años.	\$152.00	4	\$608.00	
INV-1500	Inversor de 1500 W, onda senoidal modificada. Entrada en DC 24V, salida en AC 220V monofásica. Potencia se salida 1500W, potencia de arranque 4,500W	\$435.00	1	\$435.00	
SMC3-40V	Kit soporte de aluminio para 3 módulos, marco 40mm, techo horizontal, inclinación 20°	\$133.00	1	\$133.00	
INST	Instalación y Accesorios	\$426.50	1	\$426.50	
				Subtotal USD	\$2,132.50
				IVA 16%	\$341.20
				Total USD	\$2,473.70
				Tipo de Cambio	\$22.2628
				Total MXN	\$55,071.49

COMENTARIOS

- Condiciones de pago de contado.
- Precio en dólares americanos o en pesos mexicanos de acuerdo al tipo de cambio de Grupo Financiero Banorte al momento de la compra.
- Cotización realizada sobre Baterías de Ciclo profundo y módulos fotovoltaicos para una generación de energía de 3.1 KWh al día

A.2 – Fichas técnicas de sistema de paneles solares en red Panel Solar



POLICRISTALINO

● 310 – 330 W SOLAR PANEL

S72PC

Módulo con 72 celdas

S72PC- 310, S72PC-315, S72PC-320,
S72PC-325, S72PC-330.



BENEFICIOS



-Resistente a impactos de granizo con una velocidad de hasta 23 m/s.



-Amplios rangos de operación de (-40°C hasta +90°C).



-Soporta cargas mecánicas superiores a 5,400 Pa de nieve, y superiores a 2,400 Pa en viento.



-Libre de problemas de Degradación por Potencial Inducido (PID).



-Aislamiento eléctrico de 3,600 V por un segundo.



-Celdas libres de Micro Cracks.



-Resistencia de aislamiento mayor a los 100 MΩ.



-Alta resistencia a la corrosión por niebla salina y amoníaco.



-Libre del efecto de Degradación Inducida por la Luz (LID).



-Tolerancia positiva.

El módulo solar S72PC utiliza 72 celdas policristalinas solares, con un óptimo diseño integrando un sistema de manufactura robusto y automatizado con pruebas de calidad sobre la lista de materiales y con 3 pruebas de ELT antes de embarcar. Todos los módulos Solartec están diseñados y probados bajo las siguientes normas:

- IEC 61215 / Cualificación del diseño y homologación.
- IEC 61730 / Requisitos de seguridad del módulo.
- IEC 61701 / Prueba de corrosión por niebla y salinidad.
- IEC 62804 / Métodos de ensayo de detección de la degradación por potencial inducido.
- IEC 62716 / Prueba de corrosión por amoníaco.
- UL 1703 / Seguridad para módulos fotovoltaicos de placa plana.
- NMX-J-643 / Dispositivos fotovoltaicos parte 1 a la 11.
- NMX-J-618 / Seguridad módulos FV (construcción) parte 1 a la 6.
- G0100-04 / Especificación de CFE.

CALIDAD DE GARANTÍA

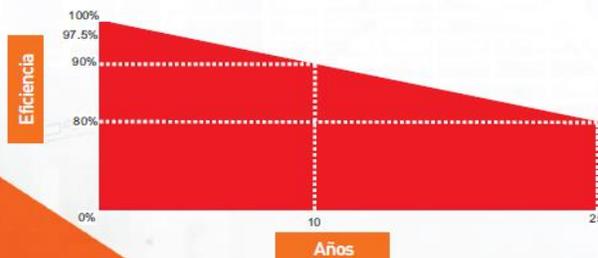
Se garantiza un óptimo funcionamiento en los primeros 10 años ante los defectos de fábrica en el módulo fotovoltaico.

GARANTÍA DE RENDIMIENTO

-Durante el primer año se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor a 97.5%.

-Del año 2 al año 10 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 90%.

-Del año 11 al año 25 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 80%, manteniendo una degradación lineal del 0.72% anual.



Condiciones de Operación

Temperatura	-40°C hasta +90°C
Carga Máxima de Viento	2,400 Pa
Carga Máxima de Nieve	5,400 Pa.
Resistencia al Impacto de Granizo	Granizo con velocidad de 23 m/s
Conductividad a Tierra	≤ 1 Ω.
Resistencia de aislamiento	≥ 100 MΩ.
Humedad Relativa	85% /85°C

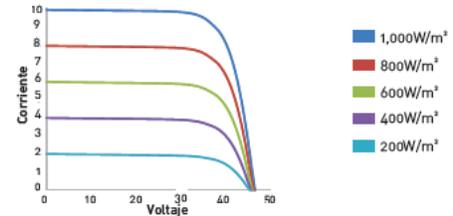
S72PC

www.solartec.mx

Especificaciones

Tipo de Celda	Policristalina
Dimensiones de Celda	156 mm * 156 mm
Número de Celdas	72 (6 x 12)
Peso	23.2 Kg
Dimensiones de Módulo	1,956 mm x 992 mm x 45 mm, 22mm
Longitud del Cable	1,200 mm , Tipo THWN, 1,000V, 4mm ²
Caja de Conexiones IP	IP65 / IP67
Número de Diodos de Derivación	3 / 6
Conectores	MC4 Compatible / IP65
Hoja Trasera	Blanca
Vidrio	3.2mm, Antirreflejante, Templado y bajo en hierro
Marco	Aluminio anodizado (15 µm), Tipo 6063
Desempeño del Módulo al Fuego	Tipo 1 (UL1703) o Clase C (IEC 61739)
Aplicación de Acuerdo a la IEC	Clase A
Configuración de Empacado	23 piezas por pallet
Peso por Pallet	554.6 Kg
Piezas por Contenedor	40 ft ³ - 600 piezas / 53 ft ³ - 750 piezas

CURVA DE I-V



Características de corriente / voltaje dependiendo de la irradiancia

Voltaje máximo del sistema	1,000 V	Valor máximo del fusible en serie	15 A
----------------------------	---------	-----------------------------------	------

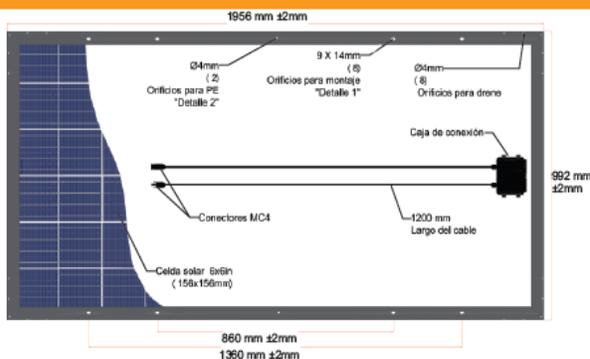
Panel Solar con Celdas de 156mm de Silicio Policristalino

Modelo	S72PC-310		S72PC-315		S72PC-320		S72PC-325		S72PC-330	
	STC	NOCT								
Condiciones de Medición										
Voltaje de circuito abierto (Voc)	44.00 V	43.93 V	44.30 V	44.23 V	45.75 V	45.68 V	46.44 V	46.38 V	46.44 V	46.38 V
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmpp)	37.10 V	37.03 V	37.30 V	37.23 V	37.78 V	37.71 V	38.95 V	38.89 V	38.95 V	38.89 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8.86 A	7.16 A	8.93 A	7.22 A	9.93 A	8.02 A	8.89 A	7.12 A	9.02 A	7.23 A
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp)	8.36 A	6.75 A	8.44 A	6.82 A	8.47 A	6.84 A	8.37 A	6.71 A	8.50 A	6.81 A
Potencia máxima (Pmax)	310 W	250 W	315 W	253 W	320 W	258 W	325 W	260 W	330 W	264 W
Eficiencia del módulo*	16.00%		16.26%		16.52%		16.75%		17.01%	

Coefficientes de Temperatura

de Isc (α)	+0.050% / °C	de Voc (β)	-0.34% / °C	de Pmax (γ)	-0.41% / °C
------------	--------------	------------	-------------	-------------	-------------

Dimensiones



Garantías

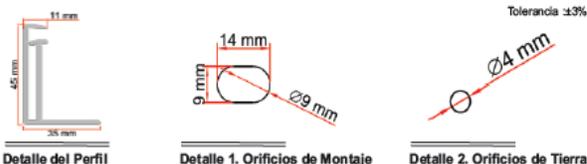
Durante el primer año se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor a 97.5%.

Del año 2 al año 10 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 90%, y del año 11 al año 25 se garantiza una potencia nominal de salida del módulo no menor al 80%, manteniendo una degradación lineal del 0.72% anual.

Medido bajo condiciones de prueba estándar y bajo condiciones de temperatura de operación nominal de la celda (STC: 1,000W/m², 25 °C, AM 1.5. NOCT: 800W/m², 45 ±2°C, AM 1.5).

Las características eléctricas de cada módulo fotovoltaico son monitoreadas individualmente dejando los resultados a disposición del cliente. Tolerancia Garantizada de 0 a 5W.

Marco de Aluminio



Aplicaciones

- Integración estructural
- Plantas de energía solar
- Sistemas de bombeo solar
- Reducción de costos en energía



Contacto **Carretera Libramiento Norte Km 4.6**
Lote No. 9, Parque Industrial Apolo
Irapuato, Gto. México CP 36826
Tel. +52 (462) 635 9828



www.solartec.mx

Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. PRECAUCIÓN: Lea el manual de usuario antes de utilizar el producto

Inversor

MICROINVERSOR NEP BDM-600



Información general

La principal competencia de NEP en el mercado radica en su innovador centro de investigación. Los fundadores de esta tecnología son reconocidos expertos en los campos de la electrónica de potencia, control automático, procesamiento de señales y comunicaciones. Algunos de los ingenieros investigadores tienen vasta experiencia en los institutos industriales más conocidos en EE.UU., tales como el Centro de Investigación y Desarrollo de GE en Schenectady, NY y Motorola Research Center en Chicago. Cada fundador tiene múltiples patentes de áreas de especialidad de EE.UU. Ellos se titularon de Nivel Doctorado de las mejores universidades de América del Norte, y cada uno tiene más de 10 años de experiencia en ingeniería y gestión en las principales empresas estadounidenses.

Características y beneficios principales

- Micro inversor de de bajo costo
- Alta potencia de salida continua hasta 500W CA, recomendada para panel solar doble 340W máximo
- Alta eficiencia con 95,5% CEC
- Certificado globalmente, UL1741, SAA, TUV, VDE-AR-N4105, VDE 0126, G83 / 2, CEI 021, IEC61727, EN50438
- Conexión a tierra integrada para una fácil instalación
- Clasificación del gabinete NEMA-6 / IP-66 / IP-67
- Monitorización integrada y comunicación por línea eléctrica con el BDG-256 (opcional)

ENTRADA (CD)	BDM-600	BDM-600-LV
Potencia fotovoltaica máxima recomendada (Wp)		340x2
Tensión de circuito abierto DC máxima (V CD)		60
Corriente de entrada de CD máxima (A CD)		12 x 2
Eficiencia MPPT		>99.5%
Rango de seguimiento MPPT (V CD)		22-55
Isc PV (máximo absoluto) (A CD)		14 x 2
Corriente máxima de retroalimentación del inversor a la matriz (Adc)		0
SALIDA (CA)		
Potencia nominal de salida de CA (Wp)		500
Voltaje Nominal de la Red de Alimentación (V CA)	240/208/230	127
Voltaje admisible de la red eléctrica (V CA)	183-229	100-140
Frecuencia de red de alimentación permitida (Hz)		59.3-60.5*
Distorsión armónica total (THD)		<3% (a potencia normal)
Factor de potencia		>0.99%
Corriente de salida nominal (A CA)	2.088/2.4/2.17	3.7
Frecuencia nominal (Hz)		60
Número máximo de unidades por circuito		6

EFICIENCIA DEL SISTEMA

Eficiencia media ponderada (CEC)	95,50%
Pérdidas por la noche (Wp)	0,11

FUNCIONES DE PROTECCIÓN

Protección de sobre / bajo voltaje	Si
Sobre / bajo protección de frecuencia	Si
Protección Anti-Isla	Si
Protección contra la sobretensión	Si
Protección de Polaridad Inversa CD	Si
Protección de sobrecarga	Si
Grado de protección	NEMA-6 / IP-66/IP-67
Temperatura de operación	-40°C - + 65°C

MonitorLUZ LED

Comunicaciones	PLC (Se requiere enlace BDG.256)	
Dimensión (W-H-D mm)	277*132*50	
Peso (Kg)	2.9	
Cumplimiento de la seguridad del producto	Certificado	IEC/EN 62109-1
	UL 1741 CSA C22.2 No. 107.1	IEC/EN 62109-2
Cumplimiento del código de Red	IEEE 1547	VDE-AR-N 4105
		VDE V 0126-1-1/A1
		G83/2, CEI 021
		AS 4777.2 & AS
		4777.3.EN50438

- Los parámetros de la RED se pueden configurar a través de un BDG-256 o BDG-256P3.



A.2.1 – Cotización de sistema de paneles solares en red

Cantidad	Descripción	Total
1	Sistema solar para interconexión a red de .770 kWp, salida bifásica a 220 ó 240 VCA, con paneles 2 de 325 watts y microinversor nep BDM-600 0.5 KW DUAL	USD 800.00
1	Instalación, materiales	USD 400,00
	Subtotal	USD 1,200.00
1	Preparación de caja para medidor bidireccional y gastos de interconexión a la red.	USD 400.00
	Total con IVA	USD 1,600.00

Generales:

- Se requiere de un 80% de anticipo.
- El 20% restante se realizará contra entrega o al finalizar la instalación
- Tiempo de entrega: de común acuerdo confirmando la O.C.
- DEPOSITAR A LA CUENTA 0102715163 CLAVE 072180001027151630

Agradezco su gentil atención y quedamos a sus órdenes.

Atentamente
Xavier Icaza
Director General
C-VERDE

Construimos tu espacio
Reconstruyendo el mundo.



A.3 – Requisitos para contratación de suministro para solicitudes de interconexión



Contratación de Suministro para Solicitudes de Interconexión

Contrato de suministro de energía eléctrica para solicitudes de interconexión de centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW.*

¿Cuáles son los requisitos para realizar un contrato de interconexión?

- Llenar el formato de la solicitud para 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 cuentas con servicio de energía eléctrica suministrado a través de CFE Suministrador de Servicios Básicos, es necesario presentar una copia del último aviso recibo del usuario final (al corriente en los 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.

Existen 3 modelos de contratos de contra prestación de la energía 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 sí y se emite una única facturación.

Facturación Neta (Net Billing)

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

Venta total de energía

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

¿Dónde se realiza el trámite?

Únicamente a través de las ventanillas de los Centros de Atención a Clientes de CFE Suministrador de Servicios Básicos.

¿Tiene costo el trámite?

El trámite de contratación es totalmente gratuito**, en caso que se requiera una evaluación de las Redes Generales de Distribución (RGD), pudiera tener un costo a cargo del solicitante.

¿Cuál es el tiempo de respuesta del trámite?

El plazo máximo de atención es de 13 días hábiles para solicitudes sin opinión técnica y de 18 días hábiles para solicitudes con opinión técnica (sin contar con los tiempos de construcción de obra).***

¿Dónde puedo dar seguimiento a mi solicitud?

En todo momento podrás conocer el estado de tu solicitud marcando 071 o acudiendo a la ventanilla de un Centro de Atención a Clientes.

* Resolución de la Comisión Reguladora de Energía por la que expide las Disposiciones Administrativas de Carácter General, los modelos de contrato, la metodología de cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida generación limpia distribuida, DOF 07.03.2017

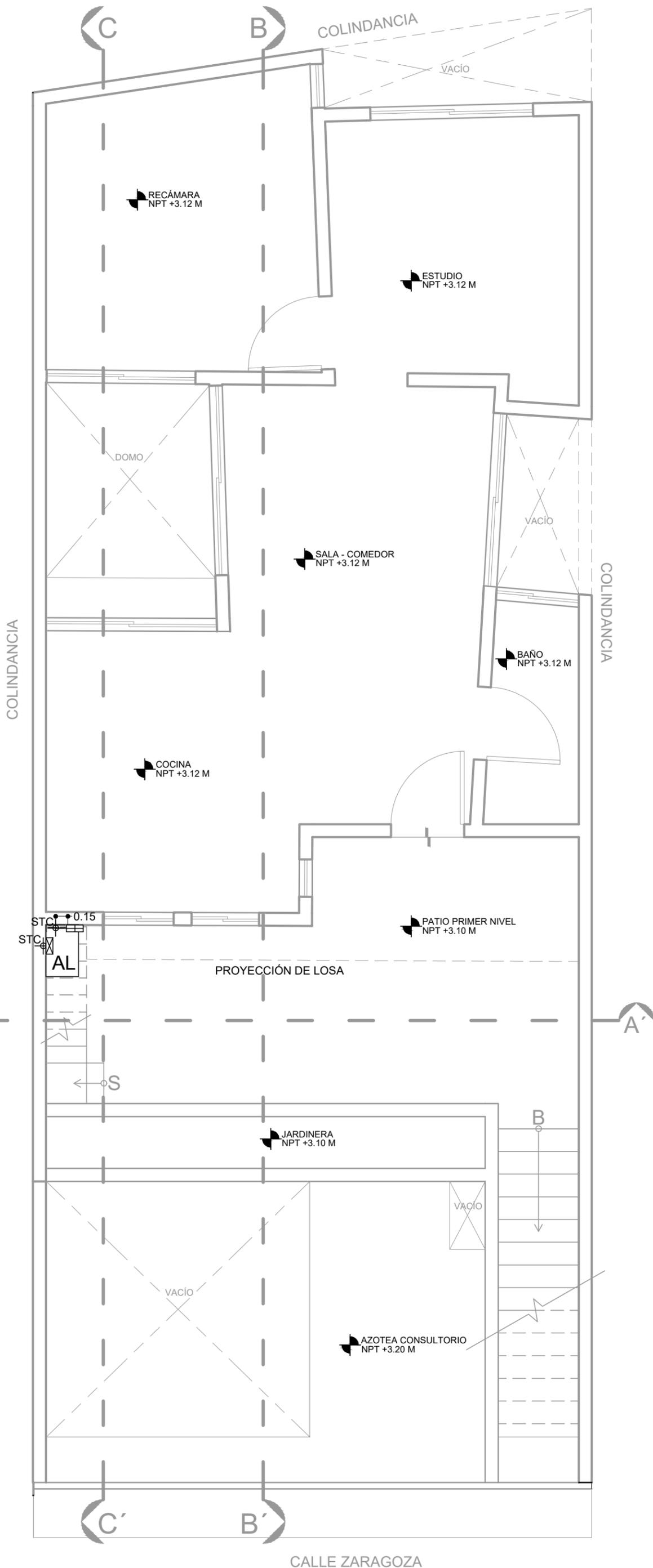
** Disposiciones Administrativas de Carácter General para la prestación del suministro eléctrico, DOF 18.02.2016

*** Acuerdo por el que se emite el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW, DOF 15.12.2016

Conectados contigo en:

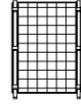
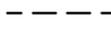


A.4 – Planos sistema de paneles solares independiente



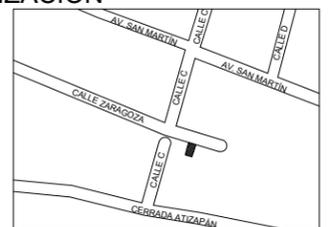
NOTAS

SIMBOLOGÍA

- BTC  BAJA TUBO CONDUIT
- CTC  CONTINÚA TUBO CONDUIT
- STC  SUBE TUBO CONDUIT
-  PANELES SOLARES
MCA. SOLARTEC
MOD. S72PC-330
-  CABLE DE USO RUDO DE
3 POLOS CAL. 12
-  TUBO CONDUIT
GALVANIZADO PARED
DELGADA Ø 1/2 "
-  CAJA DE CONEXIÓN
-  INTERRUPTOR DE SEGURIDAD
EXISTENTE
-  INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
-  AL
ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS,
CONTROLADOR DE CARGA E
INVERSOR

PROYECTO
**PANELES SOLARES
INDEPENDIENTES**

LOCALIZACIÓN



ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES, ATIZAPÁN
DE ZARAGOZA, EDO DE MÉX. C.P. 52980

ESCALA 1:50 ACOT. METROS



PLANO
**PLANTA
ALTA**

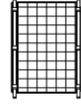
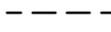
CLAVE
A01.0

DIBUJO:
ARQ. ULISES CANO

FECHA:
MAYO 2021

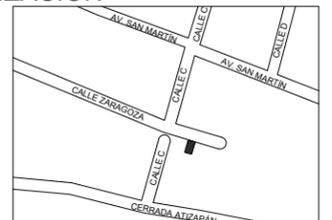
NOTAS

SIMBOLOGÍA

- BTC  BAJA TUBO CONDUIT
- CTC  CONTINÚA TUBO CONDUIT
- STC  SUBE TUBO CONDUIT
-  PANELES SOLARES
MCA. SOLARTEC
MOD. S72PC-330
-  CABLE DE USO RUDO DE
3 POLOS CAL. 12
-  TUBO CONDUIT
GALVANIZADO PARED
DELGADA Ø 1/2 "
-  CAJA DE CONEXIÓN
-  INTERRUPTOR DE SEGURIDAD
EXISTENTE
-  INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
-  **AL** ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS,
CONTROLADOR DE CARGA E
INVERSOR

PROYECTO
**PANELES SOLARES
INDEPENDIENTES**

LOCALIZACIÓN



ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES, ATIZAPÁN
DE ZARAGOZA, EDO DE MEX. C.P. 52980

ESCALA 1:50 ACOT. METROS

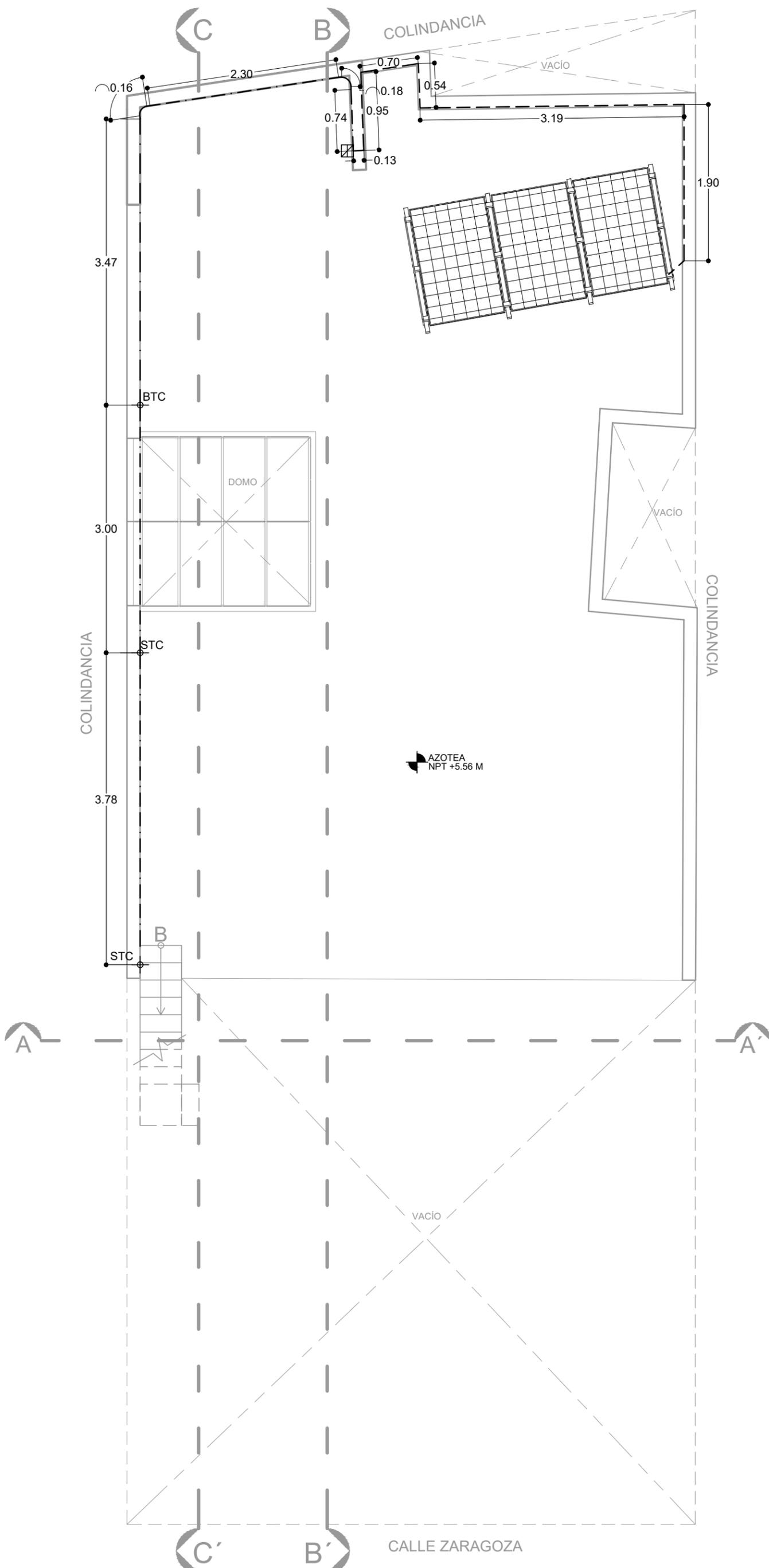


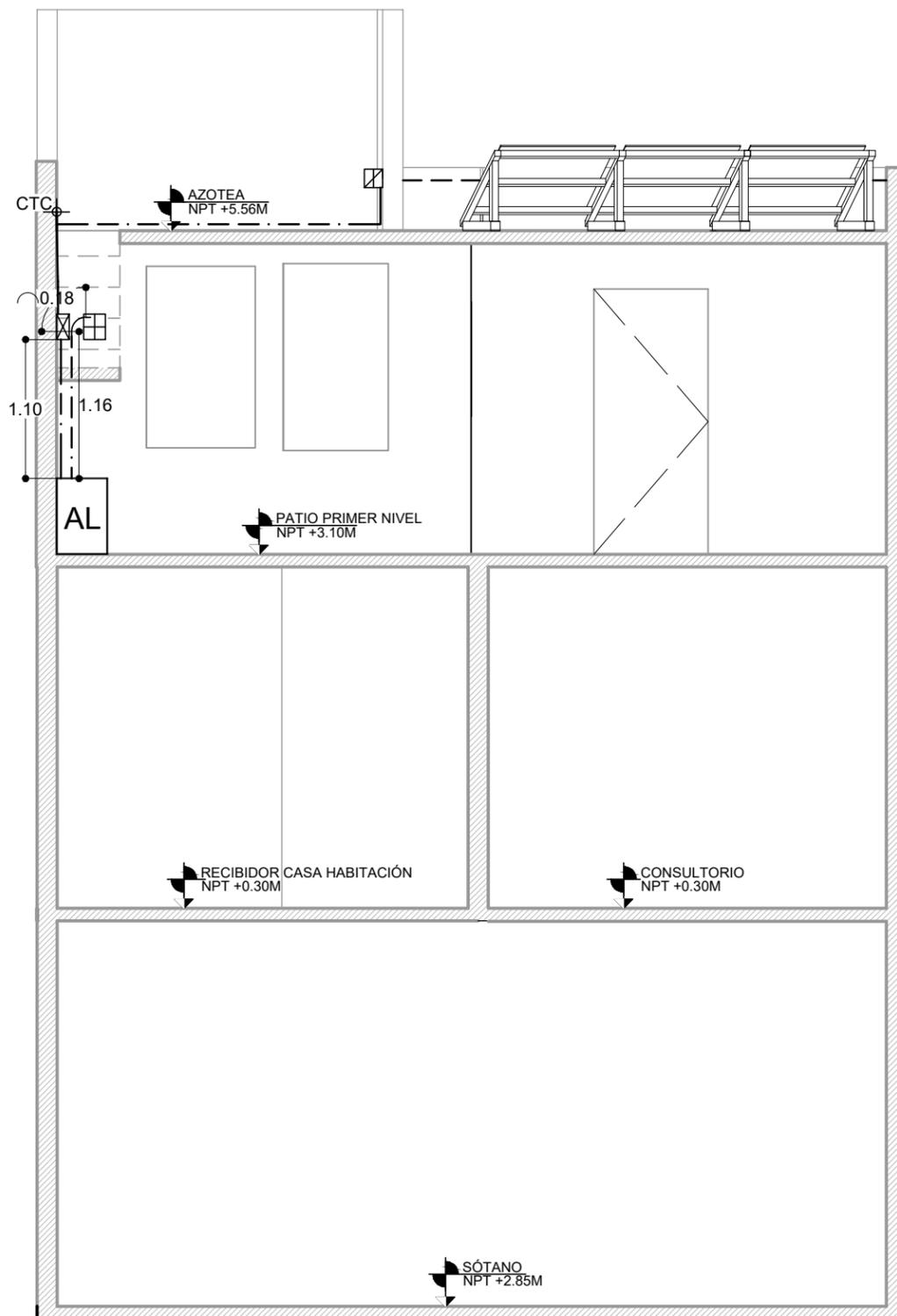
PLANO
**PLANTA
AZOTEA**

CLAVE
A02.0

DIBUJO:
ARQ. ULISES CANO

FECHA:
MAYO 2021





NOTAS

SIMBOLOGÍA

- BTC BAJA TUBO CONDUIT
- CTC CONTINÚA TUBO CONDUIT
- STC SUBE TUBO CONDUIT
- PANELES SOLARES
MCA. SOLARTEC
MOD. S72PC-330
- CABLE DE USO RUDO DE
3 POLOS CAL. 12
- TUBO CONDUIT
GALVANIZADO PARED
DELGADA Ø 1/2 "
- CAJA DE CONEXIÓN
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD
EXISTENTE
- INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
- AL ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS,
CONTROLADOR DE CARGA E
INVERSOR

PROYECTO
**PANELES SOLARES
INDEPENDIENTES**

LOCALIZACIÓN



ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES, ATIZAPÁN
DE ZARAGOZA, EDO DE MEX. C.P. 52980

ESCALA 1:50 ACOT. METROS

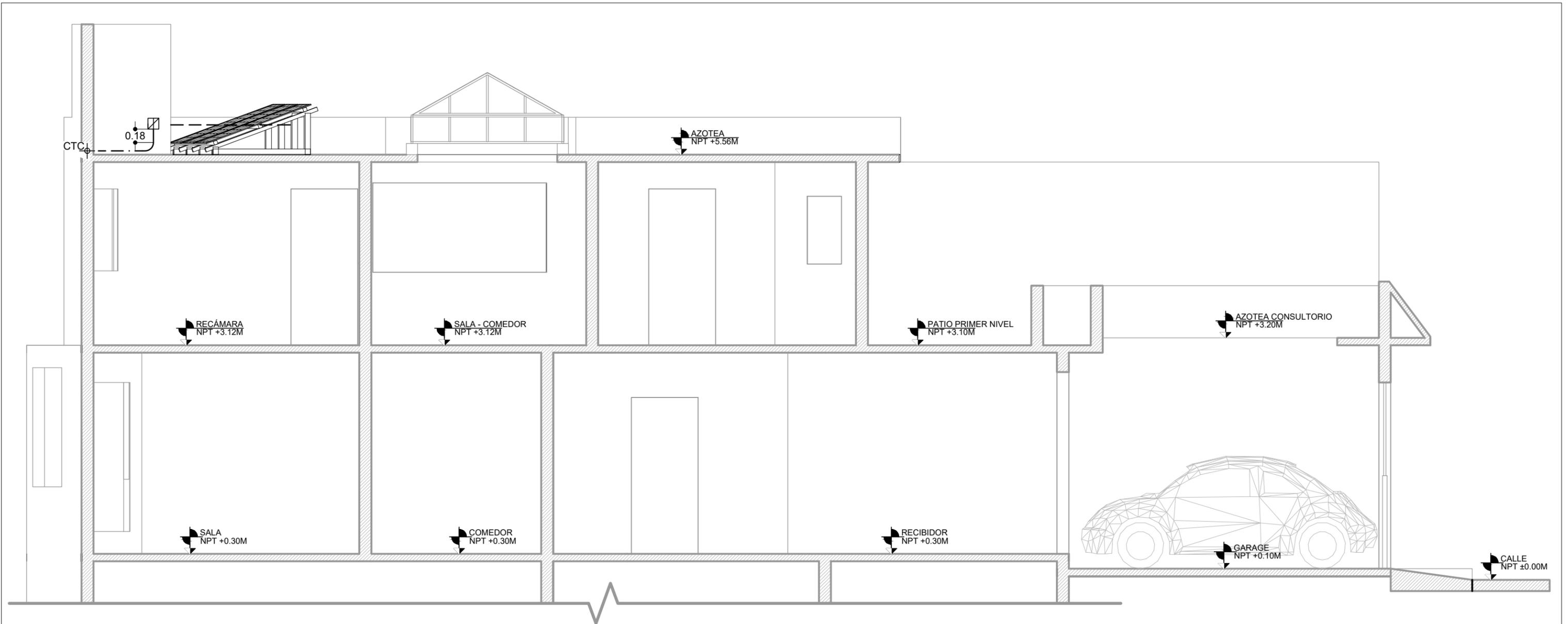


PLANO
**CORTE
A-A'**

CLAVE
A03.0

DIBUJO:
ARQ. ULISES CANO

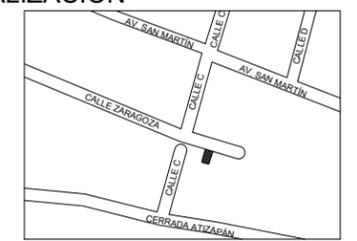
FECHA:
MAYO 2021



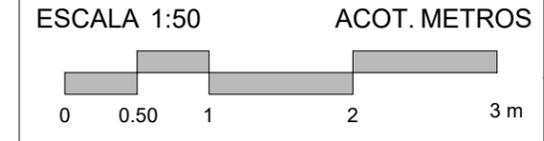
NOTAS

SIMBOLOGÍA	
	BAJA TUBO CONDUIT
	CONTINÚA TUBO CONDUIT
	SUBE TUBO CONDUIT
	PANELES SOLARES MCA. SOLARTEC MOD. S72PC-330
	CABLE DE USO RUDO DE 3 POLOS CAL. 12
	TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED DELGADA Ø 1/2"
	CAJA DE CONEXIÓN
	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD EXISTENTE
	INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
	ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS, CONTROLADOR DE CARGA E INVERSOR

LOCALIZACIÓN

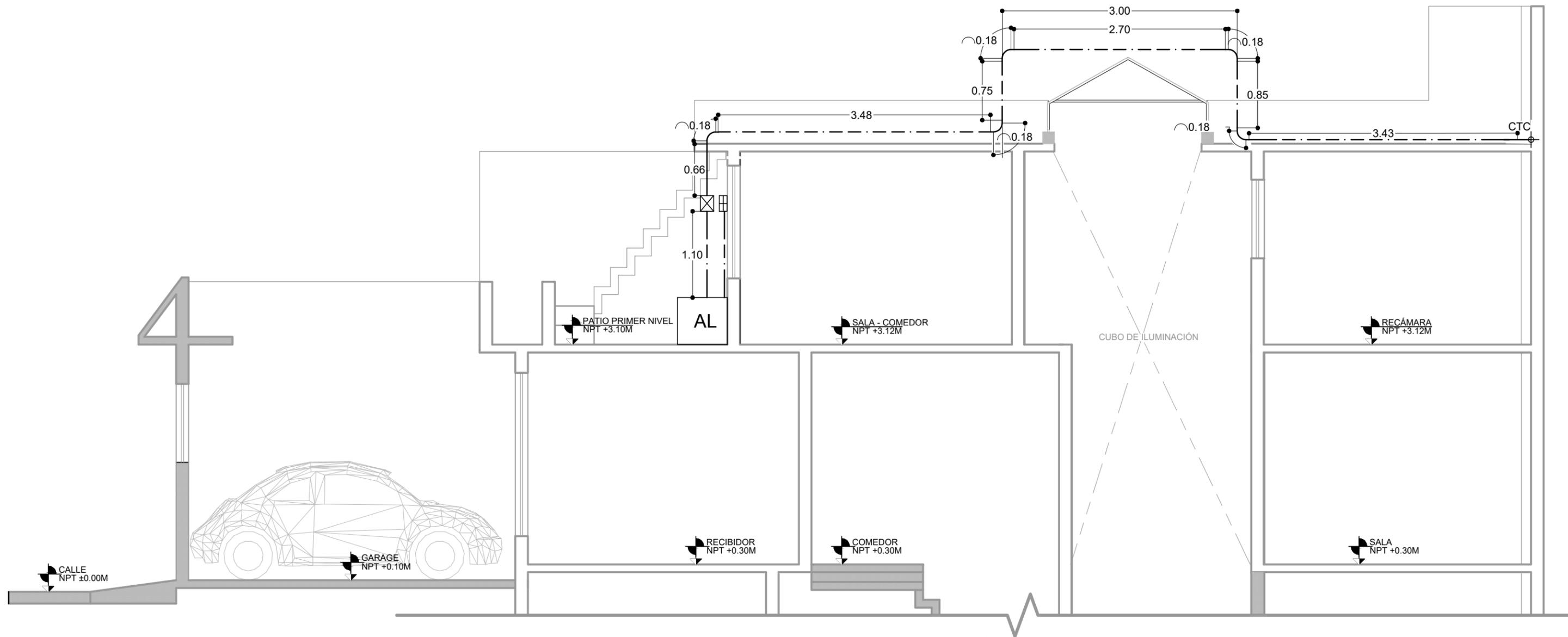


ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES,
ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, EDO DE MEX.
C.P. 52980

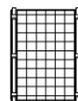
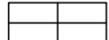


PROYECTO
PANELES SOLARES INDEPENDIENTES

PLANO CORTE B-B'	CLAVE A04.0
DIBUJO: ARQ. ULISES CANO	FECHA: MAYO 2021



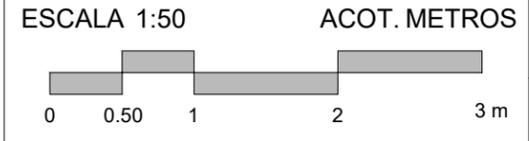
NOTAS

SIMBOLOGÍA	
	BAJA TUBO CONDUIT
	CONTINÚA TUBO CONDUIT
	SUBE TUBO CONDUIT
	PANELES SOLARES MCA. SOLARTEC MOD. S72PC-330
	CABLE DE USO RUDO DE 3 POLOS CAL. 12
	TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED DELGADA Ø 1/2"
	CAJA DE CONEXIÓN
	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD EXISTENTE
	INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
	ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS, CONTROLADOR DE CARGA E INVERSOR

LOCALIZACIÓN



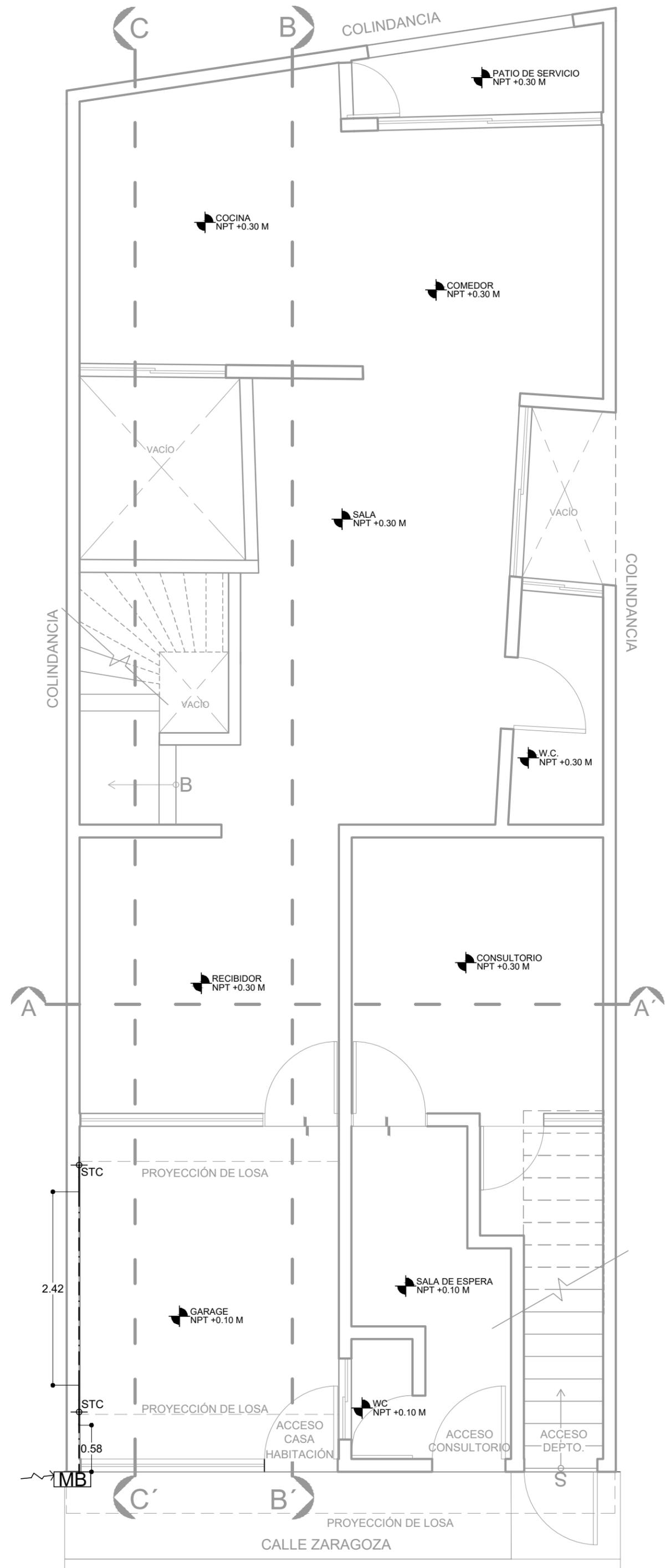
ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES,
ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, EDO DE MEX.
C.P. 52980



PROYECTO
PANELES SOLARES INDEPENDIENTES

PLANO CORTE C-C'	CLAVE A05.0
DIBUJO: ARQ. ULISES CANO	FECHA: MAYO 2021

A.5 – Planos sistema de paneles solares en red



NOTAS

SIMBOLOGÍA

- BTC BAJA TUBO CONDUIT
- CTC CONTINUA TUBO CONDUIT
- STC SUBE TUBO CONDUIT
- PANELES SOLARES
MCA. SOLARTEC
MOD. S72PC-330
- CABLE DE USO RUDO DE
3 POLOS CAL. 12
- TUBO CONDUIT
GALVANIZADO PARED
DELGADA Ø 1/2 "
- CAJA DE CONEXIÓN
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD
EXISTENTE
- INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
- MB** MEDIDOR BIDIRECCIONAL
- ACOMETIDA

PROYECTO
PANELES SOLARES EN RED

LOCALIZACIÓN



ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES, ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, EDO DE MÉX. C.P. 52980

ESCALA 1:50 ACOT. METROS

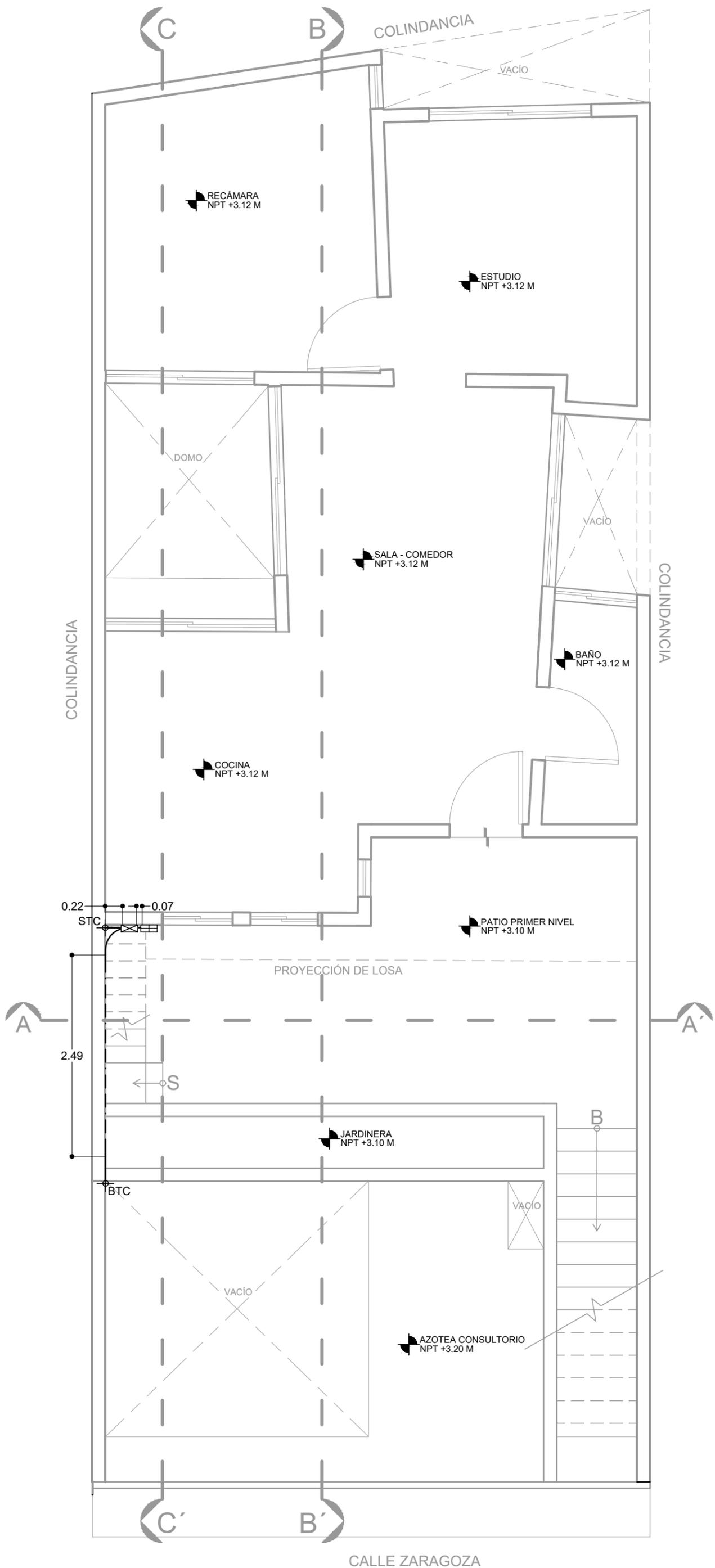


PLANO
PLANTA BAJA

CLAVE
A01.0

DIBUJO:
ARQ. ULISES CANO

FECHA:
MAYO 2021



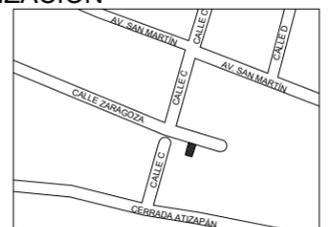
NOTAS

SIMBOLOGÍA

- BTC BAJA TUBO CONDUIT
- CTC CONTINUA TUBO CONDUIT
- STC SUBE TUBO CONDUIT
- PANELES SOLARES
MCA. SOLARTEC
MOD. S72PC-330
- CABLE DE USO RUDO DE
3 POLOS CAL. 12
- TUBO CONDUIT
GALVANIZADO PARED
DELGADA Ø 1/2 "
- CAJA DE CONEXIÓN
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD
EXISTENTE
- INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
- MB** MEDIDOR BIDIRECCIONAL
- ACOMETIDA

PROYECTO
PANELES SOLARES EN RED

LOCALIZACIÓN



ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES, ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, EDO DE MÉX. C.P. 52980

ESCALA 1:50 ACOT. METROS

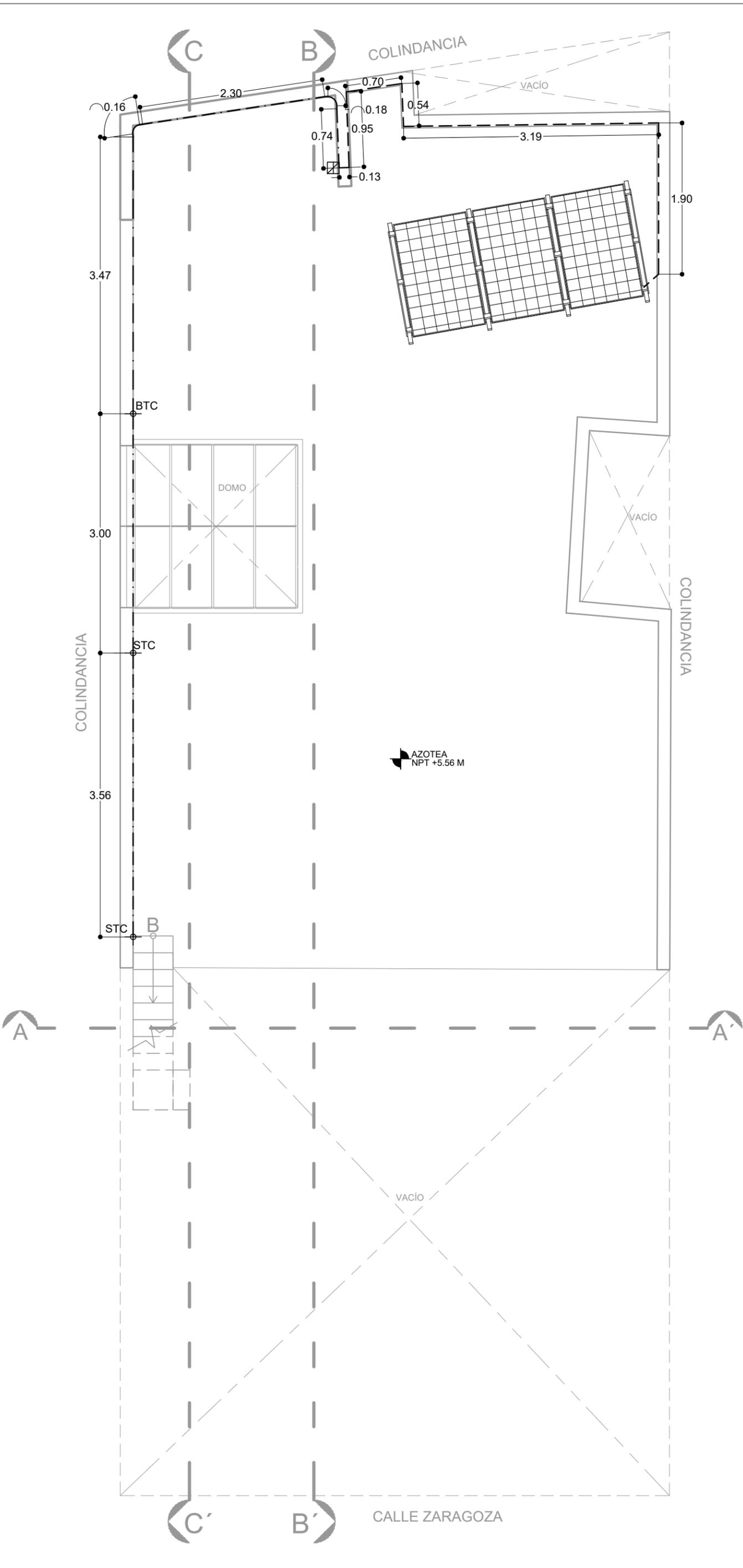


PLANO
PLANTA ALTA

CLAVE
A02.0

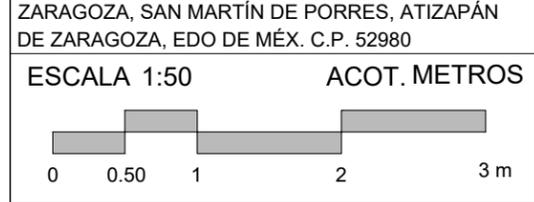
DIBUJO:
ARQ. ULISES CANO

FECHA:
MAYO 2021



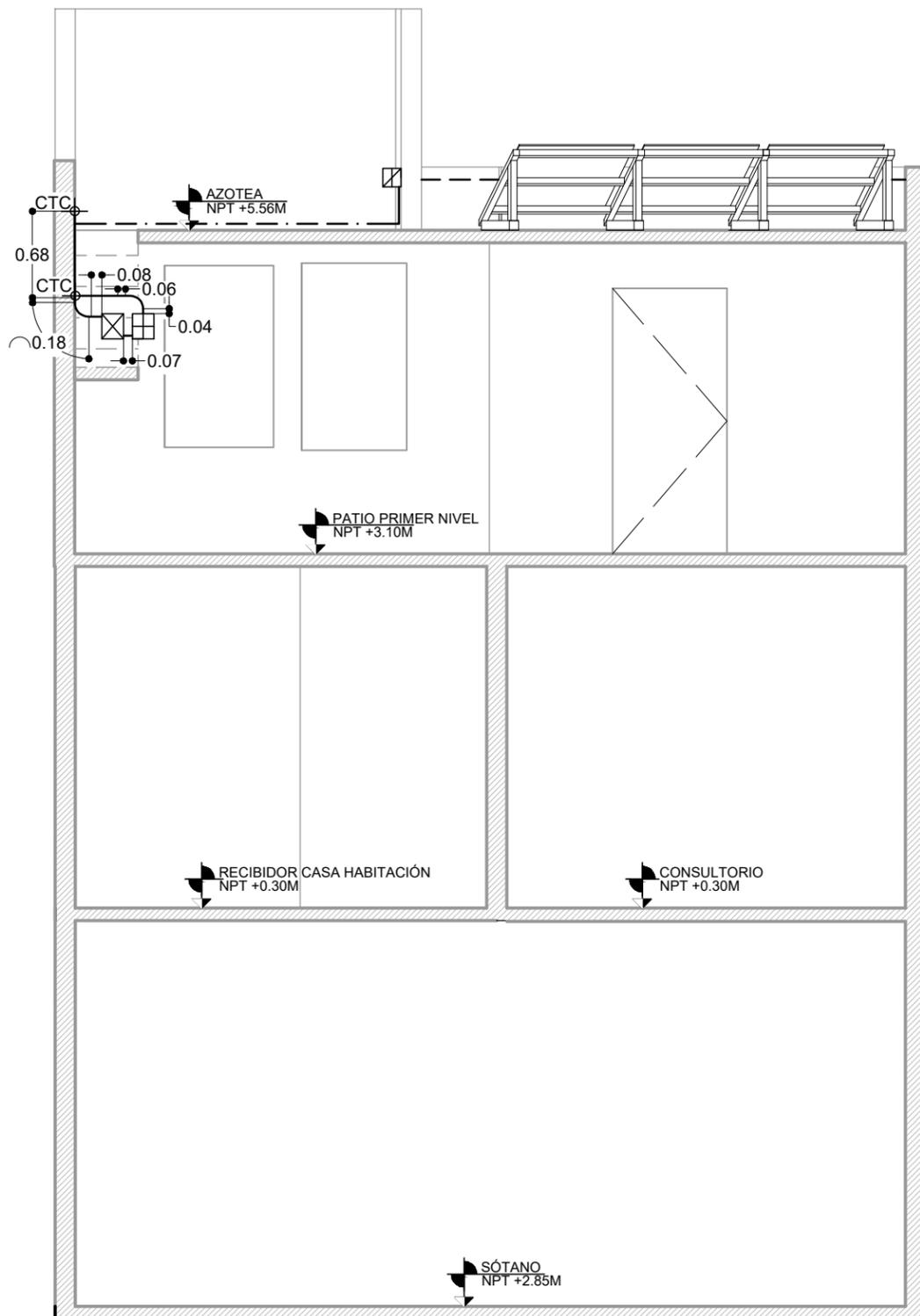
- NOTAS
- SIMBOLOGÍA
- BTC BAJA TUBO CONDUIT
 - CTC CONTINÚA TUBO CONDUIT
 - STC SUBE TUBO CONDUIT
 - PANELES SOLARES
MCA. SOLARTEC
MOD. S72PC-330
 - CABLE DE USO RUDO DE
3 POLOS CAL. 12
 - TUBO CONDUIT
GALVANIZADO PARED
DELGADA Ø 1/2 "
 - CAJA DE CONEXIÓN
 - INTERRUPTOR DE SEGURIDAD
EXISTENTE
 - INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
 - MB** MEDIDOR BIDIRECCIONAL
 - ACOMETIDA

PROYECTO
**PANELES
SOLARES EN RED**



PLANO PLANTA AZOTEA	CLAVE A03.0
-----------------------------------	-----------------------

DIBUJO: ARQ. ULISES CANO	FECHA: MAYO 2021
-----------------------------	---------------------



NOTAS

SIMBOLOGÍA

- BTC BAJA TUBO CONDUIT
- CTC CONTINUA TUBO CONDUIT
- STC SUBE TUBO CONDUIT
- PANELES SOLARES
MCA. SOLARTEC
MOD. S72PC-330
- CABLE DE USO RUDO DE
3 POLOS CAL. 12
- TUBO CONDUIT
GALVANIZADO PARED
DELGADA Ø 1/2 "
- CAJA DE CONEXIÓN
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD
EXISTENTE
- INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
- MB** MEDIDOR BIDIRECCIONAL
- ACOMETIDA

PROYECTO
PANELES SOLARES EN RED

LOCALIZACIÓN



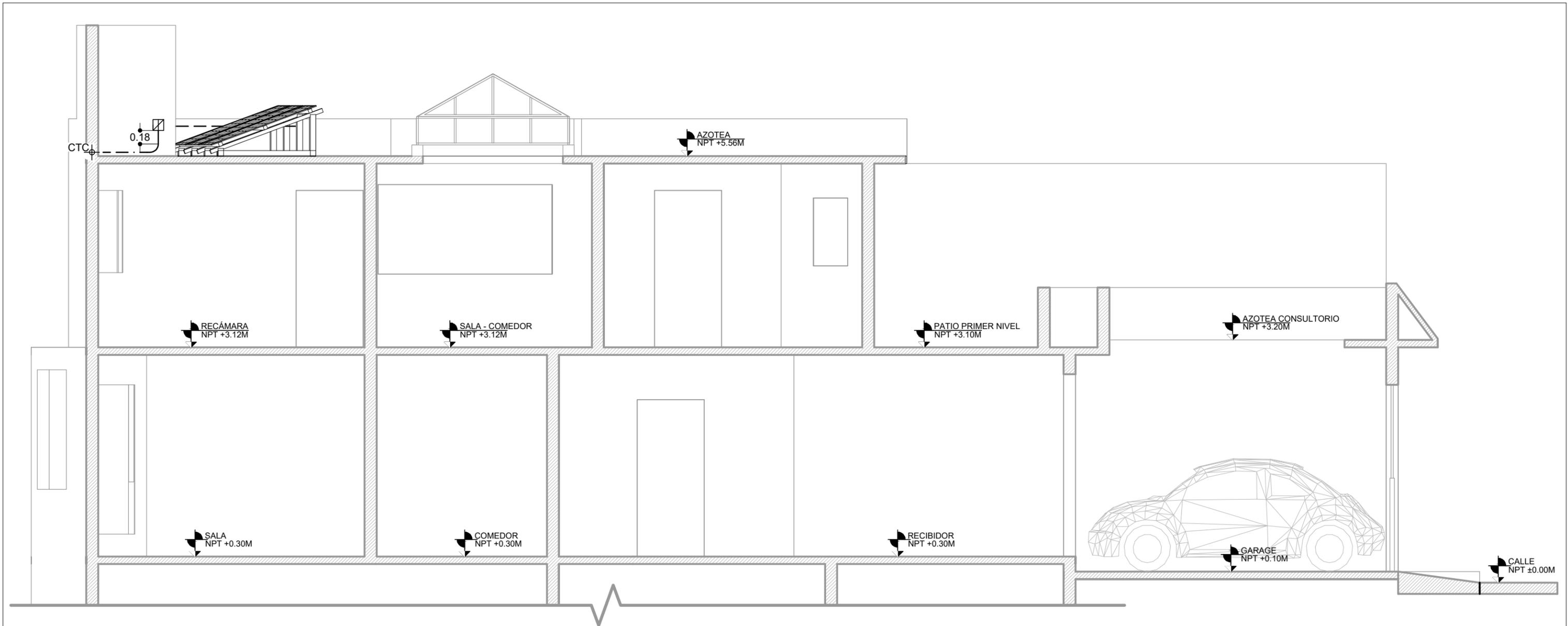
ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES, ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, EDO DE MÉX. C.P. 52980

ESCALA 1:50 ACOT. METROS



PLANO CORTE A-A'	CLAVE A04.0
----------------------------	-----------------------

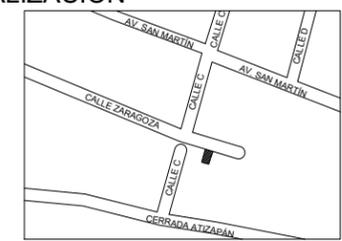
DIBUJO: ARQ. ULISES CANO	FECHA: MAYO 2021
-----------------------------	---------------------



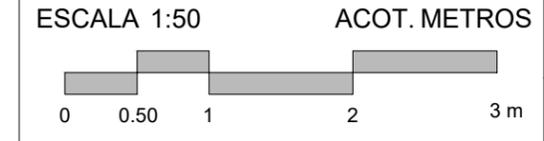
NOTAS

SIMBOLOGÍA	
	BAJA TUBO CONDUIT
	CONTINUA TUBO CONDUIT
	SUBE TUBO CONDUIT
	PANELES SOLARES MCA. SOLARTEC MOD. S72PC-330
	CABLE DE USO RUDO DE 3 POLOS CAL. 12
	TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED DELGADA Ø 1/2 "
	CAJA DE CONEXIÓN
	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD EXISTENTE
	INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
	MEDIDOR BIDIRECCIONAL
	ACOMETIDA

LOCALIZACIÓN



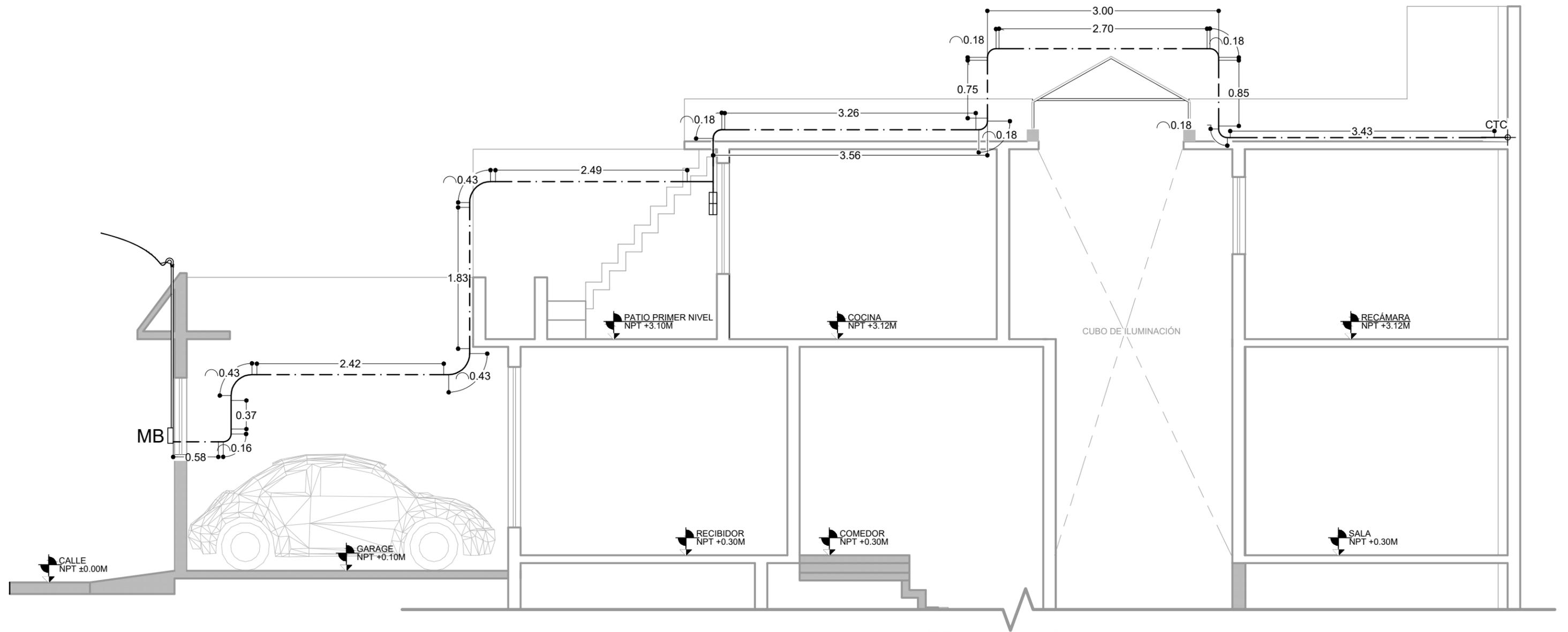
ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES,
ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, EDO DE MÉX.
C.P. 52980



PROYECTO

PANELES SOLARES EN RED

PLANO CORTE B-B'	CLAVE A05.0
DIBUJO: ARQ. ULISES CANO	FECHA: MAYO 2021



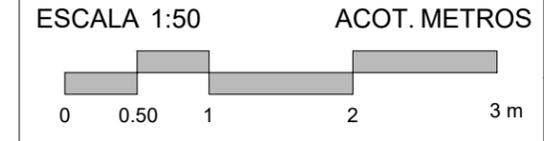
NOTAS

SIMBOLOGÍA	
	BAJA TUBO CONDUIT
	CONTINUA TUBO CONDUIT
	SUBE TUBO CONDUIT
	PANELES SOLARES MCA. SOLARTEC MOD. S72PC-330
	CABLE DE USO RUDO DE 3 POLOS CAL. 12
	TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED DELGADA Ø 1/2"
	CAJA DE CONEXIÓN
	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD EXISTENTE
	INTERRUPTOR DE PANEL SOLAR
	MEDIDOR BIDIRECCIONAL
	ACOMETIDA

LOCALIZACIÓN



ZARAGOZA, SAN MARTÍN DE PORRES,
ATIZAPÁN DE ZARAGOZA, EDO DE MÉX.
C.P. 52980



PROYECTO

PANELES SOLARES EN RED

PLANO CORTE C-C'	CLAVE A06.0
DIBUJO: ARQ. ULISES CANO	FECHA: MAYO 2021