

Propuesta de componentes para un sistema híbrido fotovoltaico interconectado a la red, en pozo agrícola oriental Puebla

Emmanuel Alejandro López Pérez¹
emmanuelalejandro.lopez@upaep.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0005-3327-0247>
Upaep -México

Juan Francisco Méndez Díaz²
juanfrancisco.mendez@upaep.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6267-3671>
Upaep - México

RESUMEN

Actualmente los periodos de lluvia que satisfacen el campo mexicano carecen de consistencia lo que es una muestra de la necesidad de un sistema de respaldo que les permita a los agricultores generar energía eléctrica para respaldar el riego de sus cultivos. Esta es una de las ventajas que aporta el sistema híbrido fotovoltaico, ya que además de generar electricidad permitirá almacenarla, C.F.E. instalará un contador bidireccional capaz de tomar valores de generación y la energía excedente se tomará de modo que la factura de luz resultará económica, el precio de la electricidad en México se divide en diferentes grupos de clientes entre los que destaca nuestro estudio “el consumo de uso agrícola” que se encuentra por debajo de los precios de los demás tipos de clientes, El consumo de energía eléctrica en el sector agropecuario a nivel mundial representó el 2.77% y a nivel nacional fue de 4.24%. “(SENER, 2021)

Palabras clave: energía; panel solar; agua; equipos eléctricos

¹ Autor principal. Emmanuel Alejandro López Pérez
Correspondencia: 2411284828

² Autor principal. Juan Francisco Méndez Díaz
Correspondencia: 221 165 1599

Proposal of components for a hybrid photovoltaic system interconnected to the grid, in pozo agrícola oriental Puebla

ABSTRACT

Currently the rainy periods that satisfy the Mexican countryside lack consistency, which is a sign of the need for a backup system that allows farmers to generate electricity to support the irrigation of their crops. This is one of the advantages provided by the photovoltaic hybrid system, since in addition to generating electricity it will allow it to be stored. C.F.E. install a bidirectional meter capable of taking generation values and the surplus energy will be taken so that the electricity bill will be economical, The price of electricity in Mexico is divided into different groups of customers among which our study "The consumption of agricultural use" stands out, which is below the prices of other types of customers, The consumption of electricity in the agricultural sector worldwide represented 2.77% and nationally was 4.24%.

Keywords: *energy; solar panel; water; electrical equipment*

Artículo recibido 05 Mayo 2023

Aceptado para publicación: 20 mayo 2023

INTRODUCCIÓN

El agua subterránea de nuestro país se destina al abastecimiento de agua potable de poblaciones, al riego agrícola y uso pecuario, así como al uso industrial. Sus formas de aprovechamiento son mediante pozos artesianos, manantiales, galerías filtrantes, pozos someros o norias y pozos profundos (Valle, 1991 como se citó en Chávez, M., et al., 2012). De esta distribución, el mayor uso del agua en México es el agrícola, con base en el VII censo agrícola, ganadero y forestal 2007 (*el último disponible a escala nacional*), la superficie en unidades agrícolas de producción fue de 30.2 millones de hectáreas, de las cuales 18% eran de riego y el resto tenían régimen de temporal (CONAGUA, 2018, p.83).

La ubicación geográfica de México, brinda la posibilidad de aprovechar la energía solar, permitiendo disminuir costos de operación, producción, prácticamente libre de mantenimiento y bajo impacto ambiental; no obstante, en algunas épocas del año es necesario utilizar pozos de riego para garantizar la producción, lo cual incrementa notablemente los costos debido a las tarifas de energía eléctrica en nuestro país; por tanto, como alternativa para beneficiar la producción agrícola, se busca generar energía eléctrica de manera sustentable y la instalación de paneles solares son una opción ecológicamente viable, ya que además de aumentar la calidad y cantidad del producto, se obtienen beneficios adicionales como ahorro de energía, eficiencia de los sistemas de riego, actualización y normalización de las instalaciones. El presente proyecto en su carácter no experimental, tiene como objetivo principal analizar las características eléctricas existentes en el proceso agrícola, para identificar la etapa en la que es probable incluir el uso de sistemas híbridos fotovoltaicos interconectados para generar la electricidad requerida por el pozo de riego agrícola; además, de identificar el tipo de materiales que aportará ventajas durante el proceso para hacerlo más eficiente. Por otra parte, se busca disminuir el costo eléctrico por bombeo para sustracción del agua mediante el uso de paneles solares, mejorando la calidad y cantidad de cosecha.

METODOLOGÍA

El proyecto es un modelo de estudio para conocer la rentabilidad de la instalación de un sistema híbrido fotovoltaico interconectado a la red, en un pozo agrícola Oriental, Puebla; basado en las características del proceso, los materiales seleccionados y la propuesta de instalación, beneficios, desventajas, plazos de ejecución y retorno de inversión, el cliente será quién autorice la inversión; por lo tanto, se elige un

diseño de investigación tipo no experimental para ejecutar el proyecto, debido a que su aplicación depende de factores externos como viabilidad, rentabilidad y presupuesto.

La viabilidad del proyecto se sustenta por las características ambientales donde está ubicado el pozo de riego, que se encuentra en la población de Oriental, Puebla, México, en la Hacienda Chimeca 2da sección. De acuerdo con los datos reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020 el clima presente en la zona es semiseco templado con lluvia en verano; la temperatura media mensual registrada en las principales estaciones meteorológicas fueron de 14°C - 16°C; la precipitación mensual registrada por estaciones lo colocan en un rango de 300 - 500 milímetros; finalmente, la clase de uso de la tierra como uso potencial agrícola es mecanizada continua y de tracción animal continua.

La información se obtuvo por medio de inspección visual registrando los datos en una bitácora, en la cual revisó la instalación de accesorios electromecánicos como, bomba de agua, tubería, características del transformador (placa de datos), arrancadores, tablero de distribución, protecciones eléctricas y dimensión del área asignada para la instalación de paneles solares. Posteriormente se entregará una ingeniería a detalle al agricultor para que determine la viabilidad del proyecto y proceda la aprobación de construcción; además, para recabar datos propileos del pozo de agua lo propietarios cuentan actualmente con un recibo de luz donde podemos tomar valores de consumo energético, período por bimestre, demanda contratada, periodo facturado, valores de factor de potencia; y lo más importante, se cuenta con el historial de consumo hasta por un año, lo que establecerá el dimensionamiento del proyecto fotovoltaico por desarrollar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la revisión física de la instalación, además de la reducción de costos, se encontraron las siguientes áreas de oportunidad: el cableado en la instalación eléctrica es de aluminio y se recomienda que sea de alambre de cobre en toda la trayectoria del conductor, para cumplir la especificación DCMMT100, el conductor deberá estar dentro de tubería conduit (pared gruesa) para garantizar continuidad energética. Finalmente contemplar que la protección de los equipos es de vital importancia

en situaciones de sobrecarga de corriente, así como revisar durante todo el proceso el cumplimiento de las normas vigentes de construcción de CFE.

Una vez cumpliendo las especificaciones, siendo verificadas por el departamento de planeación de la CFE para satisfacer la necesidad energética, se propone la instalación de 56 paneles capacidad 545 Watts, monocristalino con un tipo de estructura metálica normalizada anclada a nivel de piso con una cimentación de 20 cm de espesor.

El inversor de corriente es un componente fundamental en los sistemas de energía solar; ya que se encarga de convertir la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna que ocupan los equipos como el motor que acciona la bomba, arrancadores, contactores, toma corriente, el alumbrado, en el proyecto se contempla equipos que cumplan con la necesidad de los productores agrícolas, así como también que cumplan con las especificaciones de seguridad para cumplir con una producción continua y de calidad.

La carga contratada por el usuario es el reto del proyecto ya que debe satisfacer para que se contemple autónomo, sin embargo, el suministro de energía eléctrica por parte de C.F.E. estará como respaldo mediante un medidor bidireccional que podrá suministrar el servicio eléctrico en caso de no obtener generación de energía de los paneles por un caso fortuito. Cabe mencionar que el dimensionamiento de los paneles solares de acuerdo con la capacidad para lo cual fueron diseñados satisfacen cualquier necesidad energética, lo que permitirá lograr los objetivos de ahorro de energía y dinero; sin embargo, los costos de inversión serán un punto de quiebre, pues la toma de decisión dependerá de los dueños de los pozos agrícolas.

La interconexión del proyecto dependerá del cumplimiento y diseño de la especificaciones vigentes, una vez aprobado el proyecto para la construcción por parte de C.F.E., este será avalado por la unidad verificadora de instalaciones eléctricas que es una entidad acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobada por la Secretaría de Energía (SENER), así como la unidad de Inspección avalada por comisión Reguladora de Energía (CRE) como resultado de todos los procesos de Inspección C.F.E. departamento de medición instalará el medidor bidireccional.

ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS

Figura 1.- El porcentaje del consumo de agua en México (Conagua, 2018)

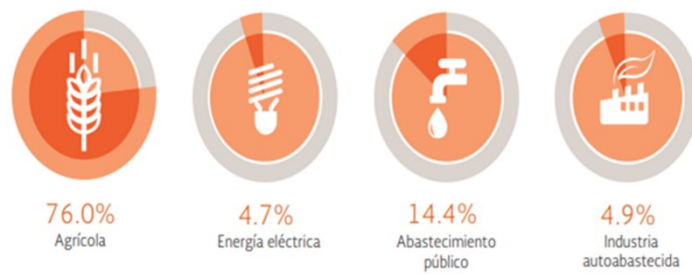
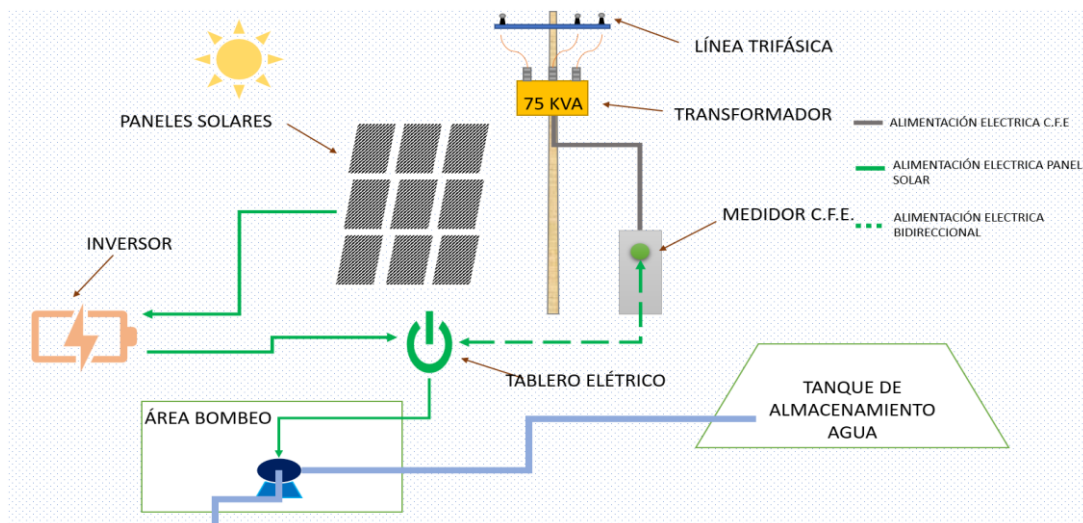


Figura 2.- Consumo energético del pozo de agua anual (CFE,2022)

Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
JUN 21		22,960			0.6759
JUL 21		23,040			0.6752
AGO 21		31,600			0.6752
SEP 21		10,080			0.6745
OCT 21		12,480			0.6759
NOV 21		12,960			0.6745
DIC 21		16,960			0.6759
ENE 22		9,520			0.6957
FEB 22		16,560			0.6957
MAR 22		22,880			0.6991
ABR 22		37,040			0.7005
MAY 22		38,640			0.7068
JUN 22		32,080			0.7075

Figura 3.- Diagrama eléctrico de la alimentación híbrida (creación propia)



CONCLUSIONES

Un reto para el mundo es la generación de energía de un modo sostenible; por lo cual, se considera que la forma en que actualmente se genera la electricidad en México es poco amigable con el medio ambiente; en consecuencia, es necesario brindar la apertura a las nuevas fuentes de regeneración, siendo mi criterio el apostar por las energías renovables como nueva tecnología en beneficio de impacto positivo en el medio ambiente.

El uso de paneles solares genera energía limpia; sin embargo, la asignación del área para instalar el campo fotovoltaico así como la inversión para el cumplimiento de las normas vigentes de la CFE, repercuten en los resultados para la aprobación del proyecto y lograr la interconexión, pues intervienen en el proceso la unidad de inspección en su carácter de supervisores, la unidad verificadora y CFE - departamento de planeación; por consiguiente, una vez aprobados los lineamientos, puede llevarse a cabo la interconexión a la red de distribución.

Es importante diseñar sistemas fotovoltaicos que cumplan con el requerimiento de los usuarios, instalaciones seguras que cumplan con el cuidado del medio ambiente y ahorro de energía eléctrica mediante la calidad y eficiencia energética. Así como la regulación de las instalaciones verificadas por el gobierno de México.

REFERENCIAS

- Alquicira, M. (2018). Sistemas fotovoltaicos interconectados con la red eléctrica como complemento innovador para alumbrado público LED. [Título profesional, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000775971
- Anaya, J.M. (2020). Guía gerencial para el diseño de proyectos de sistemas fotovoltaicos. [Maestro en ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de Tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000799437
- ASOLMEX (2014). El potencial de la energía solar en México. https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwiQpKnd9Yn_AhUAAAAAHQAAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Fasolmex.org%2FMicrositio_GSD%2FDescargas%2Finiciativa-solar-para-el-impulso-de-la-energia-

- fotovoltaica-de-gran-
escala.pdf&psig=AOvVaw2KpnM41c0QGrrfjo7LZqQU&ust=1684879052960014
- Carrillo, M. & Gómez, E. (2019). La tecnología en el uso sostenible del agua para riego en México. El caso del acuífero de Tecamachalco, Puebla, 2017. *Panorama económico*. Vol. 15 (30) p. 27-56. <https://www.scielo.org.mx/pdf/pane/v15n30/1870-2171-paneco-15-30-27.pdf>
- Casar, G. (2020). Guía gerencial para el diseño de proyectos de sistemas fotovoltaicos. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/17257/tesis.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CONAGUA (2018). Usos del agua. *Estadísticas del agua en México*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. p.83-100. https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf
- CONUEE, (2014). *Estados y Municipios Agua y energía* (p.1). <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estados-y-municipios-agua-y-energia-bombeo-de-agua?state=published>.
- Chávez, M., Rivera, g., Romero, T. y Vizcarra, I. (2012). El pozo: usos, seguridad y tradición en la subcuenca del río San Javier. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma del Estado de México]. *Estud. soc. Vol.21, (41) p.266.* <https://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v21n41/v21n41a11.pdf>
- Díaz, T. y Carmona, G. (2018). Componentes de una instalación solar fotovoltaica. *Instalaciones solares fotovoltaicas*. McGraw-Hill Ciclos Formativos, pp. 8-30. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- ECOTEC (2023). Paneles Fotovoltaicos. Recuperado el 1 de mayo de 2023 de <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/paneles-fotovoltaicos-2>
- GBM (2022). El agua en la agricultura. *Agua*. Entendiendo la pobreza. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture#1>
- Gil, A. (2021). Operación y control de un sistema fotovoltaico autónomo como extracción de máxima energía y mínimo capacitor de enlace. [Tesis de doctorado, Tecnológico Nacional de México] https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwiItvDF84n_AhUAAAAAHQAAAAAQAg&url=https%3A%2F%2Ftacional.tecnm.mx%2Fhandle%2FTecNM%2F2924%3Flocale%3Den&psig=AOvVaw3Lb_A2DuAijVyMDaWSsQuJ&ust=1684878463850360
- Iberdrola (2023). Energía agrovoltaje, cuando la agricultura y las renovables se dan la mano. Recuperado el 2 de mayo de 2023 de <https://www.iberdrola.com/innovacion/energia-agrovoltaje>
- INEGI (2022). Aspectos geográficos de Puebla. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_21.pdf
- Martínez, A. (2016). Energía solar fotovoltaica integrada en la edificación: modelizado y análisis del efecto del sombreado en la captación de irradiación. [Tesis de doctorado, Universidad de la

Rioja]. https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwiwIzLd8In_AhUAAAAAHQAAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Fdialecto.net.uirioja.es%2Fdescarga%2Ftesis%2F50242.pdf&psig=AOvVaw0vrh4ig6eMIebkmoZrJiLe&ust=1684877710691556

PROMÉXICO, GIZ Y IER (2017) La industria solar en el mundo. La industria solar fotovoltaica y fototérmica en México. p.19 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/428621/La_industria_solar_fv_y_ft_en_Mexico-compressed.pdf

SENER (2016). México cumplirá con su meta del 35% de generación eléctrica con energías limpias en 2024: Consejo Consultivo para la Transición Energética. Boletín de Prensa 131. <https://www.gob.mx/sener/prensa/mexico-cumplira-con-su-meta-del-35-de-generacion-electrica-con-energias-limpas-en-2024-consejo-consultivo-para-la-transicion-energetica>

SENER (2021). Indicadores Nacionales. *Balance Nacional de Energía*. Subsecretaría de Planeación y Transición Energética Dirección General de Planeación e Información Energéticas. México. Pp.36 <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/805509/BNE-2021.pdf>

UNAM Global TV (14 enero de 2022). La UNAM genera datos para aprovechar la energía solar en México [Archivo de Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=k6ZqNqam1uY>

Watergy México, A.C. (2011). Estudio de Sistemas de Bombeo Agropecuarios en México. Watergy México, A.C., CONUEE & GIZ. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98321/Informe_bombeo_AgricolaVF.pdf