

Calculadora para dimensionamiento fotovoltaico en gasolineras, Caso: red de sitios BP

S.M. Matta-Bobadilla, L.R. de la Cruz- Barrera, J.S. García-Leberman, F. Almaguer-Martínez, J. A. Tovar Garza*

Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tec de Monterrey en Santa Fe, Av. Carlos Lazo No. 100, Delegación Álvaro Obregón, Ciudad de México, 01389, México.

A01369255@tec.mx, A01707428@tec.mx, A01275187@tec.mx, A01770275@tec.mx, alejandro.tovar@tec.mx

ABSTRACT: This project proposes an innovative and essential tool in the field of renewable energy, specifically in the development of photovoltaic projects. The proposal focuses on the design and implementation of an automated system for calculating feasibility indicators, which will facilitate decision-making when determining the feasibility of installing solar energy systems. The distributed generation model is essential in the current context of energy transition towards cleaner and more sustainable sources, and the proposal for this project is perfectly aligned with this approach. The designed proposal has the capacity to consider multiple variables, such as geographic, technical and economic factors, to deliver a complete report on the feasibility of a photovoltaic project. This project represents an important contribution to energy engineering and sustainable development, as it offers a powerful tool for project planners, engineers, investors and anyone interested in exploiting the potential of solar energy. Additionally, by facilitating the adoption of solar energy, this proposal has the potential to have a positive impact in mitigating climate change and reducing reliance on fossil fuels.

1. INTRODUCCIÓN

Desde las reformas al sector energético de 2013 y 2014, en México es posible realizar instalaciones interconectadas entre el suministro de CFE y la generación fotovoltaica particular, es decir, suplementar la facturación a la red eléctrica con generación distribuida en sitio; sin embargo ¿Qué es la generación distribuida?, la generación distribuida es la generación o el 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 y, en algunos casos, considerando la máxima eficiencia energética. Múltiples tecnologías son viables dependiendo de las necesidades energéticas del consumidor: desde instalaciones eléctricas de cogeneración, turbinas eólicas y paneles solares. Al invertir en sistemas de generación distribuida, se reciben beneficios considerables como disminuir el costo de las facturas eléctricas, alcanzar la autosuficiencia energética y realizar procesos industriales de manera más amigable con el medio ambiente.

1.1 JUSTIFICACIÓN

La instalación de paneles fotovoltaicos en las techumbres de gasolineras en México es una opción altamente beneficiosa debido a su ubicación privilegiada en carreteras y la exposición directa al sol durante la mayor parte del día. Estas instalaciones cuentan con techumbres amplias y despejadas, lo que maximiza la captación de radiación solar y aumenta la producción de electricidad.

Además, la instalación de paneles solares en gasolineras cumple con la necesidad de suministro eléctrico para las motobombas de los dispensarios, lo que reduce la dependencia de la red eléctrica convencional y los costos asociados. Esta iniciativa también contribuye a la transición energética hacia fuentes renovables en México, al aprovechar la energía solar como una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente, y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

CASO DE ESTUDIO: RED GENERAL DE SITIOS BP MÉXICO

BP en México se dedica al negocio de mobility and convenience, operando una amplia red de gasolineras en todo el país. Ofrece servicios de combustibles de calidad, lubricantes y productos automotrices.

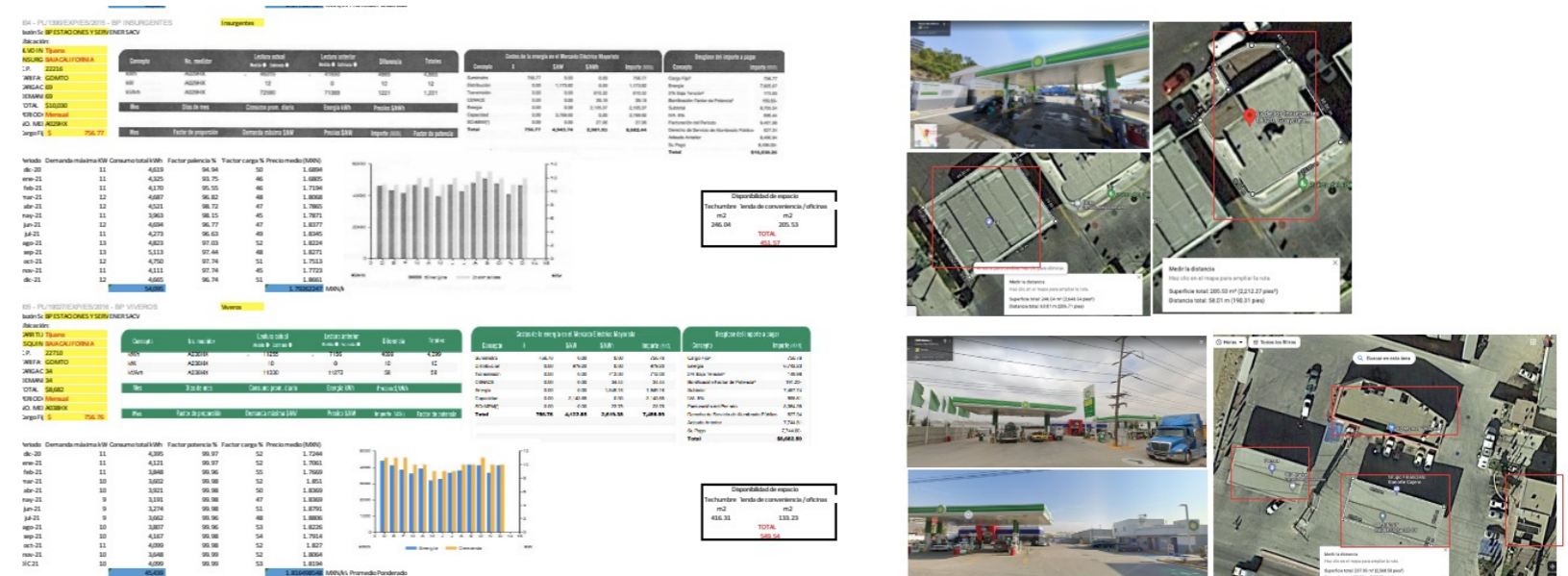
La calculadora de excel desarrollada es una herramienta valiosa para evaluar la viabilidad de instalaciones fotovoltaicas en sus gasolineras en México. BP, líder en la venta de combustibles en el país, cuenta con una sólida presencia en estados clave como Ciudad de México, Estado de México, Jalisco, Nuevo León y Veracruz. La calculadora utiliza datos como el consumo promedio de energía de cada gasolinera, la radiación solar disponible y los incentivos fiscales para determinar el tamaño y la capacidad necesaria del sistema fotovoltaico. Este análisis detallado permite a BP evaluar la rentabilidad y el retorno de inversión de la instalación solar, tomando decisiones informadas que aprovechan los beneficios económicos y ambientales de la generación distribuida fotovoltaica.

2. METODOLOGÍA

El procesamiento de la calculadora involucra recibir información del cliente, como coordenadas geográficas y recibos de luz. Con estos datos, se determina la división tarifaria y el potencial solar de la zona. También se utiliza una vista aérea del sitio para estimar sus dimensiones superficiales, posteriormente se procesan los datos históricos. Esto implica calcular promedios ponderados de la tarifa y los consumos anuales, lo que proporciona una base sólida para estimar la facturación anual de electricidad.

| Orden territorial | Proyecto | Descripción | Municipio | Estado | Zona / División | Consumo anual (kWh) | Factura anual media MX\$ | Factura PPA | Ahorros PPA |
|-------------------|-----------------------|--|----------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| 12 | Casa Blanca | 052 - PL/12897/EXP/ES/2015 - BP CASA BLANCA | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 30,710.00 | 59,845.00 | 59,845.00 | - |
| 9 | Centro | 009 - PL/5884/EXP/ES/2015 - BP CENTRO | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 45,439.00 | 82,539.88 | 82,539.88 | - |
| 6 | Diaz Ordaz | 006 - PL/2104/EXP/ES/2015 - BP DIAZ ORDAZ | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 53,418.00 | 96,238.92 | 96,238.92 | - |
| 13 | Galeón | 003 - PL/3193/EXP/ES/2015 - BP GALEÓN | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 36,739.00 | 71,604.51 | 71,604.51 | - |
| 4 | Insurgentes | 004 - PL/1393/EXP/ES/2015 - BP INSURGENTES | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 54,095.00 | 96,971.91 | 96,971.91 | - |
| 10 | Juan Ruiz de Alarcón | 010 - PL/8132/EXP/ES/2015 - BP JUAN RUIZ DE ALARCON | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 49,333.00 | 90,622.77 | 90,622.77 | - |
| 2 | Otay | 002 - PL/780/EXP/ES/2015 - BP OTAY | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 48,939.00 | 87,320.05 | 87,320.05 | - |
| 17 | Pedernales | 007 - PL/3386/EXP/ES/2015 - BP PEDERNALES | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 27,218.00 | 51,548.84 | 51,548.84 | - |
| 1 | Puente Machado | 001 - PL/2398/EXP/ES/2015 - BP PUENTE MACHADO | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 48,939.00 | 87,320.05 | 87,320.05 | - |
| 3 | Rancho Viejo | 003 - PL/1386/EXP/ES/2015 - BP RANCHO VIEJO | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 35,904.00 | 67,405.72 | 67,405.72 | - |
| 11 | UABC | 011 - PL/2384/EXP/ES/2015 - BP UABC | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 56,677.00 | 101,952.45 | 101,952.45 | - |
| 15 | Viejas | 005 - PL/3193/EXP/ES/2015 - BP VIEJAS | Tijuana | BAJA CALIFORNIA | División Baja Calif | 36,739.00 | 71,604.51 | 71,604.51 | - |
| 58 | Contadero | 016 - PL/784/EXP/ES/2015 - BP CONTADERO | Cuajimalpa | CIUDAD DE MEXICO | División Valle De M | 55,851.00 | 217,458.20 | 154,148.76 | 63,309.44 |
| 28 | Eje 3 | 018 - PL/4072/EXP/ES/2015 - BP EJE 3 | Iztapalapa | CIUDAD DE MEXICO | División Valle De M | 49,972.00 | 197,922.72 | 137,922.72 | 54,304.78 |
| 29 | Eje Ermita Iztapalapa | 019 - PL/6402/EXP/ES/2015 - BP EJE ERMITA IZTAPALAPA | Iztapalapa | CIUDAD DE MEXICO | División Valle De M | 47,170.00 | 181,449.03 | 130,189.20 | 51,259.83 |
| 30 | Félix Cuevas | 013 - PL/5884/EXP/ES/2015 - BP FELIX CUEVAS | Benito Juárez | CIUDAD DE MEXICO | División Valle De M | 56,410.00 | 210,455.25 | 155,691.00 | 54,764.25 |
| 31 | Miramontes | 015 - PL/3882/EXP/ES/2015 - BP MIRAMONTES | Coyacan | CIUDAD DE MEXICO | División Valle De M | 38,833.00 | 148,379.06 | 107,179.08 | 41,199.98 |
| 33 | San Antonio | 012 - PL/3055/EXP/ES/2015 - BP SAN ANTONIO | Coyacan | CIUDAD DE MEXICO | División Valle De M | 51,541.00 | 198,262.98 | 142,253.16 | 56,009.82 |
| 27 | Taxqueña | 014 - PL/1553/EXP/ES/2015 - BP TAXQUEÑA | Ciudad de México | CIUDAD DE MEXICO | División Valle De M | 84,311.00 | 303,393.34 | 232,698.36 | 70,694.98 |
| 18 | Jorge Negrete | 022 - PL/5833/EXP/ES/2015 - BP JORGE NEGRETE | Leon | GUANAJUATO | División Bajío | 51,206.00 | 125,661.32 | 141,328.56 | 15,667.24 |
| 19 | Ladón | 021 - PL/1378/EXP/ES/2015 - BP LADÓN | Leon | GUANAJUATO | División Bajío | 35,316.00 | 89,534.01 | 97,537.56 | 7,993.55 |
| 20 | Libramiento Norte | 023 - PL/3493/EXP/ES/2015 - BP LIBRAMIENTO NORTE | Leon | GUANAJUATO | División Bajío | 47,859.00 | 115,858.48 | 132,090.84 | 16,232.36 |
| 21 | López Mateos | 020 - PL/3296/EXP/ES/2015 - BP LOPEZ MATEOS LEON | Leon | GUANAJUATO | División Bajío | 53,824.00 | 132,754.90 | 148,554.24 | 15,799.34 |
| 15 | El Rastro | 024 - PL/12705/EXP/ES/2015 - BP GASOLINERA EL RA GUADALAJARA | Jalisco | División Jalisco | 78,188.40 | 197,027.79 | 215,799.99 | 18,772.20 | |
| 17 | La Calma | 025 - PL/1669/EXP/ES/2015 - BP MULTISERVICIO LA CALMA | Jalisco | División Jalisco | 41,225.00 | 102,790.20 | 113,781.00 | 11,000.80 | |
| 57 | Atlacomulco Toluca | 016 - PL/2442/EXP/ES/2018 - BP ATLACOMULCO TOL | Almoloya de Juárez | MEXICO | División Centro Ori | 41,809.00 | 104,759.26 | 115,892.84 | 11,033.58 |
| 24 | Autopista | 031 - PL/9625/EXP/ES/2015 - BP AUTOPISTA | Chalco | MEXICO | División Valle De M | 60,468.00 | 153,991.59 | 166,891.68 | 12,900.09 |
| 25 | Cuatro Vientos | 055 - PL/19975/EXP/ES/2017 - BP CUATRO VIENTOS | Chalco | MEXICO | División Valle De M | 59,863.00 | 152,282.61 | 165,216.96 | 12,935.75 |
| 34 | Cauahtlan Centro | 028 - PL/5674/EXP/ES/2015 - BP CAUAHTLAN CENTR | Cauahtlan Itzamal | MEXICO | División Valle De M | 50,717.00 | 129,717.77 | 139,978.92 | 10,261.15 |
| 36 | Cauahtlan | 027 - PL/15903/EXP/ES/2015 - BP CAUAHTLAN | San Genaro Cauahtlan | MEXICO | División Valle De M | 59,597.00 | 152,429.21 | 164,487.72 | 11,941.49 |

Utilizando estos datos procesados, la calculadora puede dimensionar la capacidad necesaria del sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta el consumo energético promedio anual. Se estima el espacio requerido para la instalación de los paneles solares en función de la vista aérea del sitio. Además de los ahorros en costos de electricidad y la viabilidad económica con indicadores como TIR, VPN y Payback, la calculadora también evalúa los ingresos potenciales por bonos de carbono, considerando la generación de energía renovable y la reducción de emisiones de carbono asociadas.



3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados del análisis de viabilidad utilizando la calculadora indicaron que no es conveniente invertir en instalaciones fotovoltaicas en sitios de Tijuana debido a los bajos costos de energía eléctrica en el sistema BCA de SEN. Además, se concluyó que es más favorable gestionar los sitios agrupándolos por tipo de tarifa debido a los puntos de interconexión y costos. El período de recuperación promedio varía de 2.5 a 6 años, lo que indica que no todos los sitios son viables para la inversión en instalaciones solares.

El estudio concluye que la viabilidad de las instalaciones fotovoltaicas en gasolineras de BP en México varía según el sitio, la tarifa y el costo de la electricidad, siendo necesario evaluar cada caso individualmente.

