

DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO CON MICRO-REDES BASADAS EN ENERGÍAS RENOVABLES

Plata Jiménez, Karen Julieth (1); Ruiz Sánchez, Alejandro (2); Lozano García, José Merced(3)

1 [Departamento de Ingeniería Eléctrica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [kplata340@unab.edu.co]

2 [Departamento de Ingeniería Eléctrica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [alejandraruiz190787@correo.itm.edu.co]

3 [Departamento de Ingeniería Eléctrica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [jm.lozano@ugto.mx]

Resumen

Con la finalidad de optimizar el costo generado por concepto de consumo de energía de la empresa Daltile México con sede en Salamanca – Guanajuato, se plantea la integración de una micro red con generación eléctrica a partir de fuentes renovables, la cual entregará energía para suplir la demanda de la empresa en las horas de consumo pico (en las que se presenta un mayor costo por KWh), lográndose de esta manera, una disminución en la factura de electricidad equivalente a 40'323.384,46 MXN durante la vida útil del proyecto (25 años) y de 1'612.935,378 anualmente.

Abstract

With the purpose of optimize the consumption energy cost of Daltile Company with headquarters in Salamanca – Guanajuato, a microred system with renewable energies is proposed. This system will supply the energy required at peak hours, when the cost per KWh is highest. By this way, the company will have a decrease on its electricity bill equivalent to 1'612.935,378 yearly and a total of 40'323.384,46 MXN during the entire life of the proyect.

Palabras Clave

Micro redes; Gestión de la demanda; Energías renovables; energía solar fotovoltaica; optimización de costos.

INTRODUCCIÓN

Las micro redes eléctricas son sistemas que integran todas las etapas de la cadena de abastecimiento de energía, (generación, transmisión y distribución al usuario final), con sistemas de generación a base de fuentes renovables, teniendo adicionalmente como agregados sistemas de electrónica de potencia que permiten un mejor uso y mayor control de la energía consumida y generada por los usuarios. Las micro redes actualmente, constituyen una opción viable y factible mayoritariamente para zonas no interconectadas a la red eléctrica, debido a que permiten un desarrollo energético sostenible por medio del aprovechamiento de los recursos de la zona, lo que evita el factor de emisiones que se tendría con las soluciones típicamente utilizadas en zonas aisladas (generadores diesel), que además de ser más costosos requieren mucho más mantenimiento y cuentan con menor vida útil.

Actualmente a nivel mundial se están desarrollando proyectos que fomentan el uso e instalación de este tipo de sistemas, entre los que se encuentran tanto plantas pilotos como pequeñas instalaciones funcionales, algunos de estos son:

1. El proyecto de *Palmdale* ubicado en California, Estados Unidos consiste en una microred diseñada para abastecer de energía una carga total de 1,25 MW, por lo que cuenta con una capacidad instalada de generación de 1,4 MW de energía renovable, distribuidos entre turbinas eólicas (950 KW), turbinas hidráulicas (250 KW) y gas natural (200 KW). Adicionalmente cuenta con un sistema de almacenamiento de 450 KW, El objetivo de

este proyecto se centra en optimar al máximo las actividades de transmisión y distribución de energía por medio del control de armónicos, del factor de potencia, niveles de tensión, frecuencia entre otros parámetros. [1].

2. El proyecto *Pacific Northwest Smart Grid*, realizado en conjunto por los estados de Montana, Idaho, Oregon, Washington y Wyoming, puso a prueba el esquema de las microredes, integrando tanto fuentes de generación convencionales (generadores a diesel y a gas natural), como renovables (solar, eólica e hidráulica) bajo un esquema de control transactivo¹ cuya finalidad era generar data que permitiera determinar el estado del sistema en función de garantizar un aumento en la eficiencia y la factibilidad de la energía así como la conservación de la energía generada (mínimas pérdidas). [2]
3. En España, el proyecto Microrred PSE desarrollado por instituciones público-privadas entre las que se encuentran: Iberdrola, EVE, Tecnalia y Clúster de Energía del País Vasco, se da para niveles de media tensión utilizando fuentes tanto renovables como convencionales, con la finalidad de estudiar y caracterizar el comportamiento y la viabilidad de estos sistemas en distintos contextos de consumo: baja demanda (área rural), gran demanda (urbe), media demanda (centros parcialmente poblados). [4].

Adicionalmente otros países como Japón, Portugal, Canadá y Alemania, también se encuentran desarrollando proyectos en este campo. [4]. En tanto a nivel Latinoamérica las micro redes están

¹ Sistema en que ambas partes, tanto la oferta como la demanda (generadores y consumidores) determinan mediante

mutuo acuerdo en precio al que se oferta y se compra la energía.

siendo consideradas como una alternativa viable para dar energización a zonas rurales y aisladas principalmente.

De acuerdo a lo mencionado, se consideran micro redes en este trabajo, como alternativa para lograr disminuir el consumo de la factura eléctrica que presenta la empresa Daltile México, aplicando adicionalmente conceptos de energías renovables y sostenibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del proyecto se divide en tres fases: conocimiento de la demanda de energía en la zona de influencia de la empresa, identificación de fuentes renovables con potencial de aprovechamiento en la zona y análisis de sensibilidad de la alternativa evaluada.

- *Conocimiento de la demanda de energía en la zona de influencia de la empresa.*

Teniendo en cuenta que la problemática a abordar se relaciona con los altos costos de energía que presenta la empresa, se caracterizó y se segmentó su demanda, siendo abordada únicamente aquella que se da durante las horas de consumo pico, ya que es en estas franjas horarias cuando se presenta la mayor tarifa de energía.

- *Fuentes renovables con potencial de aprovechamiento en la zona:*

Los criterios utilizados en este caso, comprenden un análisis inicial de la disponibilidad de los

² Con aprovechamiento del recurso in-situ, se hace referencia a aquellas fuentes que puedan ser utilizadas para generación de energía cerca de la zona de consumo, ya que debe considerarse que los proyectos de generación renovable se

recursos solar y eólico en la zona. Dicha evaluación se realizó por medio de información meteorológica suministrada por el Centro de ciencias atmosféricas de la universidad de Guanajuato. Una vez realizado este análisis inicial, se implementó el segundo criterio de selección: aprovechamiento del recurso in-situ².

- *Análisis de sensibilidad de las alternativas de generación evaluadas:*

Una vez se determinó cuáles de las fuentes renovables consideradas anteriormente debían ser implementadas por concepto de disponibilidad del recurso, se procedió a seleccionar las tecnologías óptimas para su aprovechamiento, con base en: costos, eficiencias y potencias para el caso de los módulos fotovoltaicos considerados. Posteriormente, y teniendo dimensionados los sistemas, se realizó un análisis económico básico para determinar el ahorro que se logra con la implementación de esta alternativa energética, así como el tiempo de retorno de la inversión realizada.

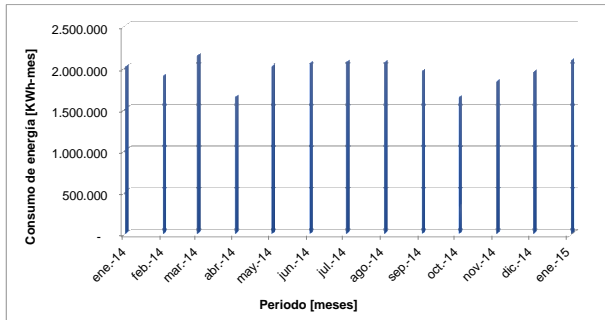
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- *Demanda de energía*

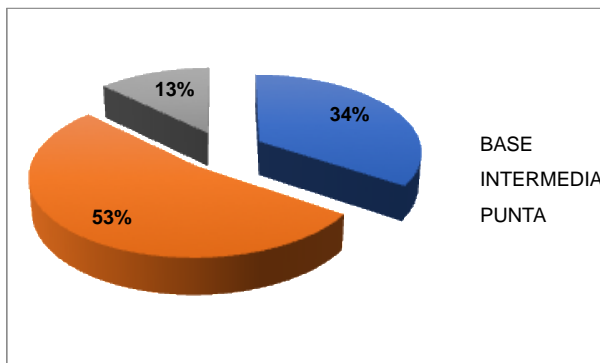
La caracterización de la demanda de energía que presenta la empresa, se realizó con base en la factura de electricidad [*Imagen.1*] de la compañía para el mes de enero de 2015, en la que como se observa en la [*Imagen.2*], predomina el consumo eléctrico en horarios con tarifa intermedia (1,03390 MXN), seguido de los consumos en horarios de precio base (0,91900 MXN) y finalmente con menor participación, pero mayor precio, está el consumo

hacen inviables cuando debe extenderse una red eléctrica de más de 30 Km que conecte el sitio de generación con el de consumo.

que se presenta en horario punta con una tarifa de 1.6469 MXN. Para el mes del año en cuestión los cargos que tuvo la empresa por concepto de consumo de energía durante las horas punta fue de 2672,81 MXN.



[Imagen.1]: Consumo mensual de energía de la empresa Daltile Mexico, sede Salamanca, periodo Enero 2014 – Enero 2015.

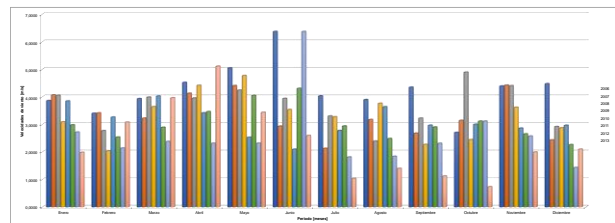


[Imagen.2]: Distribución por tarifas del consumo de energía de la Daltile para el mes de Enero de 2015.

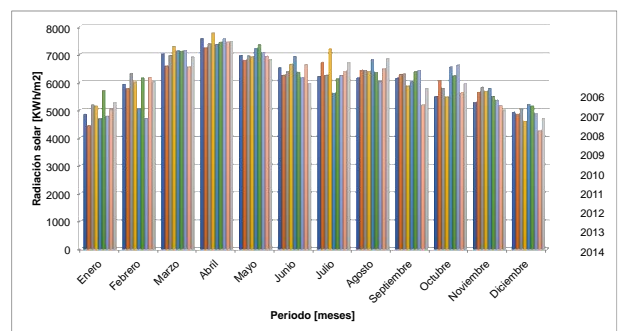
- *Caracterización energética*

Para determinar el potencial solar y eólico que existe en la zona de influencia del proyecto, se toma en cuenta que la empresa Daltile México, se

encuentra ubicada en el municipio de Salamanca, estado de Guanajuato, que cuenta con las siguientes coordenadas : Longitud: -101.197222; Latitud: 20.570278. Los resultados obtenidos de la disponibilidad del recurso incidente diariamente en la zona, se muestran en la [Imagen.3] y [Imagen.4]. En la primera y en cuanto a disponibilidad del recurso eólico, se tiene que para considerar la generación con este tipo de renovable, la velocidad promedio del viento tiene que ser superior a 3,5 m/s, aunque si bien la mayor parte del año se presentan vientos de 4 m/s aproximadamente, no se considera factible el uso de dicho recurso, por lo tanto, no es implementado en el caso estudio. En cuanto al recurso solar [Imagen.4], se tiene que la radiación incidente en la zona es de entre 5000 y 7500 KWh/m2, traduciéndose en un promedio anual de horas pico solares (HPS) de entre 5 y 7,5, lo cual indica viabilidad en el aprovechamiento del recurso.



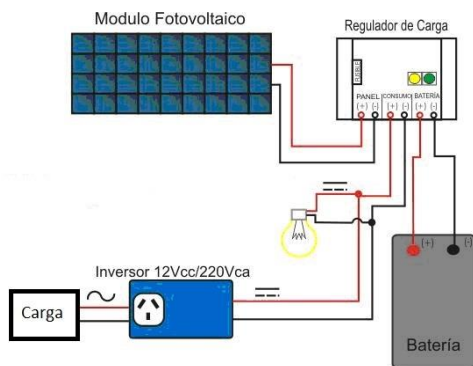
[Imagen.3]: Promedio mensual de las velocidades de viento para Salamanca en el periodo comprendido entre 2006 y 2013



[Imagen.4]: Promedio mensual de radiación para Salamanca en el periodo comprendido entre 2006 y 2014.

- *Análisis de sensibilidad*

Teniendo en cuenta que como alternativa para abastecer la demanda que presenta la empresa en los horarios de consumo pico va a ser considerada la energía solar fotovoltaica únicamente, se procede a hacer el dimensionamiento de esta tecnología, considerando que su integración a la micro red será de forma autónoma **[Imagen.5]**, es decir, que contará con sistemas de almacenamiento de manera tal que durante el día (cuando el recurso está disponible), el sistema genera y carga, dejando disponible la energía para el momento en que requiera ser utilizada. De esta manera los componentes a utilizar y las unidades de los mismos se presentan en la **[Tabla.1]**. Es de considerarse que la cantidad de quipos que se presentan en la misma son los necesarios para garantizar un correcto y óptimo funcionamiento de la instalación lo largo de su vida útil (25 años); en este caso, equipos como los reguladores y los inversores, con 10 años de vida útil, deben ser repuestos 3 veces, las baterías con vida útil de 5 años, necesitan 5 reposiciones, en tanto equipos como los módulos fotovoltaicos y las estructuras en que van instalados cuentan con una vida útil igual a la del proyecto, por lo que no necesitan reposición.



[Imagen.5]: Esquema del sistema de generación fotovoltaico a implementar.

Tabla 1. Componentes de la microred fotovoltaica sistema autónomo.

Componentes	Características	Costo unitario	Núm. componentes	Costo total
1. Paneles fotovoltaicos PM096B00	Potencia 330W Eficiencia 23%	4830.63	6519	31'419.000
2. Inversor Sunny Tripower 2500 TL	2500	4240	217	920.080
3. Regulador Sueca Tarom MPPT 6000-S	900 W	15147.76	108	1'636.000
4. Batería Trojan J185H-AC @225AH	12 V 225 A	5599	7466	41'802.134
5. Estructuras		2000	6519	13'038.000
Inversión				88'870.000

Con la finalidad de determinar el ahorro económico que tendrá la empresa al realizar la implementación de este sistema, se debe considerar la generación que se tendrá durante toda la vida útil del proyecto, esto es:

$$Generación = \eta_{mod} * P_{nom} * N_{mod}^o * HPS$$

donde:

η_{mod} = Eficiencia del módulo fotovoltaico

P_{nom} = Potencia nominal del módulo

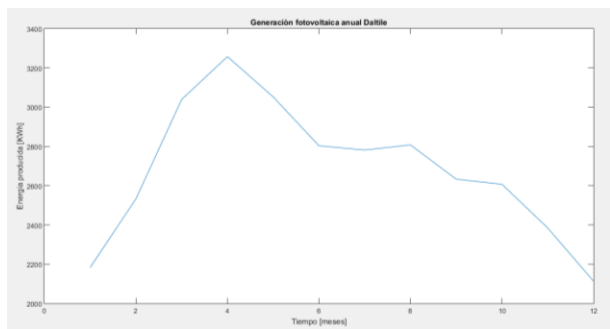
N_{mod}^o = Número del módulos

HPS = Horas pico Solares

Considerando que la ecuación anterior representa la generación por día, se deben tener en cuenta adicionalmente los 365 días del año por los 25 años de funcionamiento del sistema fotovoltaico, por lo cual:

$$Generación_{vida\ util} = Generación * 365 * 25$$

Gráficamente, la generación diaria que se tiene con el sistema fotovoltaico se presenta en la **[Imagen.6]**.



[Imagen.6]: Curva de generación diaria con el sistema fotovoltaico.

Durante este periodo, la generación equivale a 24'484.415,85 MXN lo que representa un ahorro de 40'323.384,46 MXN para la empresa. De igual manera, considerando la inversión realizada 88'870.000 MXN, se tiene que el tiempo de recuperación de la inversión se da a los 4 años y 6 meses luego implementado el sistema.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y de manera general, se considera que la implementación de una micro red con energía solar fotovoltaica es precisa para este caso, debido a que permite cumplir con los objetivos planteados (reducir los costos en la factura de electricidad). Paralelamente, se puede determinar que es viable en la medida en que el retorno de la inversión se da pronto, dicha circunstancia considerando que la instalación está diseñada para consumos industriales o grandes consumos lo que favorece la reducción del tiempo de recuperación. En cuanto a disponibilidad de recursos, se tiene que Salamanca es una zona con un potencial de radiación solar considerable, que

puede ser aprovechado para beneficio tanto del sector industrial como residencial.

AGRADECIMIENTOS

Finalmente, y no menos importante queremos agradecer enormemente al Dr. José Lozano por la oportunidad que nos brindó, por creer y confiar en nosotros, por ser más que un tutor, un amigo. Por la ayuda, dedicación y paciencia a Karina Tutira y finalmente por la oportunidad de participar en los veranos de investigación, a la Universidad de Guanajuato.

REFERENCIAS

- [1]. Guacanema, J; Velasco, D; Trujillo, C. (2014). Revisión de las características de sistemas de almacenamiento de energía para aplicaciones en micro redes. Scielo, vol (25).
- [2]. Pacific northwest smart grid demonstration project.(2015). Pacific northwest smart grid demonstration project. technology performance report - Introduction - Battelle Memorial Institute, Vol (1): technology performance, p.p:1.1.
- [3]. Pacific northwest smart grid demonstration project.(2015). Technology performance report highlights. Pnwsmatgrid.org, p.p: 13-26.
- [4]. Fossati, J. (2011). Revisión bibliográfica sobre microrredes inteligentes. Memoria de trabajos de difusión científica y técnica. Vol (9), p.p: 18-19.
- [5]. Loeza, F; Carmona,C; Tenorio,J. (2012). Metodología para un sistema fotovoltaico conectado a red (SFCR) para uso en luminarias del edificio 3 del ESMIE Zacatenco. Portal para tesis del Instituto Politécnico Nacional: <http://tesis.ipn.mx>. p.p: 44-50.
- [6]. Energiasinteligentes.com. (2014). Cómo calcular el banco de baterías de un sistema solar. Energiasinteligentes.com. (NA).
- [7]. Cavasassi,J. (ND). ¿Qué es una batería de ciclo profundo?. Cavadevices.com. (NA).