

# **Revista Científica de FAREM- Estelí**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua**  
**Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí**  
**FAREM - Estelí**

**Título: Auditoria energética en el Supermercado La Colonia, del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía en el II semestre año 2016.**

**Estelí, Nicaragua**

## **Autores**

Br. Elisa del Rosario Peralta Calderón. [dperaltacalderon@yahoo.com](mailto:dperaltacalderon@yahoo.com)

Br. Sara Liseth Gutiérrez Camas. [sguticamas@gmail.com](mailto:sguticamas@gmail.com)

Br. Yadira Isabel Chavarría Lorío. [chavarrialorionyadiraaisabel@gmail.com](mailto:chavarrialorionyadiraaisabel@gmail.com)

**Tutor: Erick klauss Jurgen Kulke**

## **Resumen**

Al realizar la auditoria energética en este sector, se pretende proponer mejoras y hábitos para reducir un poco la tarifa de energía eléctrica, cabe destacar, que además de aplicar toda una serie de medidas de ahorro y eficiencia en el consumo de energía, se plantea a la empresa la posibilidad de producir por sí misma una parte de la energía necesaria para el funcionamiento ya sea de sus procesos e instalaciones.

La autogeneración permite prescindir de la energía que procede del exterior, lo cual supone un ahorro de recursos y de costes. Además, esta generación de energía puede basarse en tecnologías renovables, especialmente la energía solar Fotovoltaica.

No hay que olvidar que a una empresa como el supermercado La Colonia le es muy beneficioso en su imagen comercial y corporativa el preocuparse por el medio ambiente y el uso de las energías renovables, ya que por lo general este tipo de empresas se constituyen como empresas socialmente responsables.

⌘ **Palabras claves:** Auditoria energética, Eficiencia energética, Autogeneración, Energía solar fotovoltaica, Ahorro energético.

## **Introducción**

Se realizaron diversas consultas Y verificación si existen investigaciones sobre Auditorías Energéticas basadas en autogeneración en supermercados de la ciudad de Estelí.

Se realizó visita a la biblioteca de FAREM-Estelí donde se identificaron estudios referentes a diversos trabajos de proyecto final de maestría con el título: "Aplicación de técnicas y métodos de auditorías energéticas en el Hospital San Juan de Dios del municipio de Estelí" fue presentado por el MSc. Emilio Lanuza, MSc Orbelith Murillo en el año 2009. "Estudio de auditoria energética y propuesta de aplicación de energía renovables en el Hospital Pedro Altamirano del municipio de La Trinidad departamento de Estelí" fue presentado por Ing. Erick José calderón salgado, María Trinidad Jiménez Soto, Ing. Edgardo Eduardo Lira Ruiz, Ing. Bayardo Jesús Meza Ruiz en el año 2012. "Diagnostico energético en el centro de salud Leonel Rugama, Estelí, Nicaragua, fue presentado por Ing. Néstor Saavedra, Ing. Guillermo Masis, German Ardila en el año 2010. Todos estos proyectos estudian el consumo energético de todos los equipos y sistemas ubicados en las diferentes unidades y áreas, mediante la intervención directa de los investigadores.

Después de constatar la falta de información específica se puede considerar que es el primer estudio realizado sobre Auditoria energética en un Supermercado, con énfasis en autogeneración de energía utilizando tecnologías limpias.

Dejando claro que este es de suma relevancia para el enriquecimiento del supermercado La Colonia a lo que se convierte en un nuevo antecedente a futuras investigaciones.

Supermercados La Colonia le apuesta a la inversión de tecnología de vanguardia considerando que estos proyectos de generación renovable contribuyen al mejoramiento del medio ambiente creando un impacto positivo en el mismo.

Se tiene planificado que todas las tiendas a nivel nacional generen energía solar como parte del compromiso social y ecológico que supermercados La Colonia ha adquirido.

Actualmente La Colonia cuenta con 24 supermercados, 6 de ellos en los departamentos Chinandega, Granada, Estelí, Matagalpa y León.

Otro de los proyectos realizado por esta empresa es la instalación de un Sistema Solar de 150kW en uno de sus establecimientos en Managua-Nicaragua, la inversión ahorrara 90MW anuales equivalentes al consumo de unas 50 viviendas. Con este sistema se logra anualmente la Reducción de 297,000Kg de CO<sub>2</sub> equivalente a la siembra de 418 Árboles. El proyecto está siendo desarrollado por la empresa ECAMI.

Para el desarrollo de esta auditoria se utilizará nueva tecnología (Panoramic Power) no antes utilizada en Nicaragua lo cual permitirá realizar mediciones en tiempo real y datos confiables.

El supermercado La colonia cuenta con 24 sucursales en Nicaragua y Honduras; para la operación de dichos establecimientos tienen considerables costo de energía es por esto que iniciaron con medidas en sus instalaciones en la búsqueda de implementar la eficiencia energética junto con el personal en el concepto de la responsabilidad social y empresarial como indicador podemos mencionar en este contexto como lo es en la iluminación con lámparas ahorrativas LED , instalación de sistema de refrigeración y aire acondicionados de eficiencia energética y un proyecto de autogeneración con paneles solares fotovoltaicos en una de las sucursales.

Este proyecto de tesis consiste en Realizar una Auditoria energética en el Supermercado La Colonia del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía, para reducir el costo de la factura eléctrica .Se trata de realizar un análisis de cómo y dónde se usa la energía en las diferentes áreas o instalaciones del supermercado siendo uno de los objetivos analizar la carga del consumo energético actual con el fin de dar algunas recomendaciones; al igual que diseñar un Sistema Solar Fotovoltaico en base a las mediciones para menguar la dependencia de energía comercial.

La temperatura promedio del departamento es de 21 °C y la precipitación promedio alrededor de 1000 mm/anuales. La humedad relativa en el departamento varía durante el año, aunque los niveles máximos se registran en los meses de junio y septiembre, alcanzando valores mensuales de hasta un 80%. Los niveles mínimos se registran en el mes de abril con 54.9% y el máximo en septiembre de 80.3% siendo el promedio anual de 71%.

El supermercado La Colonia Estelí No cuenta con un sistema solar fotovoltaico el cual permita abastecer el área de iluminación aprovechando energías limpias (sol) y por ende disminuir el costo de la factura eléctrica.

**OE1:** Determinar la carga eléctrica del Supermercado La Colonia.

Se realizó una inspección visual en cada una de las áreas y sistemas del supermercado:

**Sistemas de iluminación:**

Se observó el uso de lámparas ojo de buey y T5 fluorescentes estas últimas actualmente están siendo remplazadas por lámparas LED lo cual es un ahorro significativo para el supermercado; es un edificio construido con parámetros de eficiencia energética, con paredes, techo y piso de colores claros lo cual favorece la iluminación.

**Sistemas de climatización y refrigeración:**

Los sistemas de climatización y refrigeración representan los mayores porcentajes de consumo en los supermercados. Es importante por lo tanto aprender a gestionar correctamente su utilización de una forma eficiente.

De estos sistemas los de mayor consumo son los cuartos fríos de los cuales uno es utilizado para mantener frutas, verduras y los otros para carnes, lácteos.

Con respecto a los sistemas de climatización el supermercado dispone de aire acondicionado tipo Split en el área comercial y en una de las áreas de los cuartos fríos.

Son equipos eficientes y la temperatura es monitoreada a través de termómetros.

**Infraestructura**

El edificio se encuentra en buen estado sin fisuras en las puertas que provoquen perdidas por infiltraciones de calor.

**Usos y costumbres del personal sobre los equipos energéticos:**

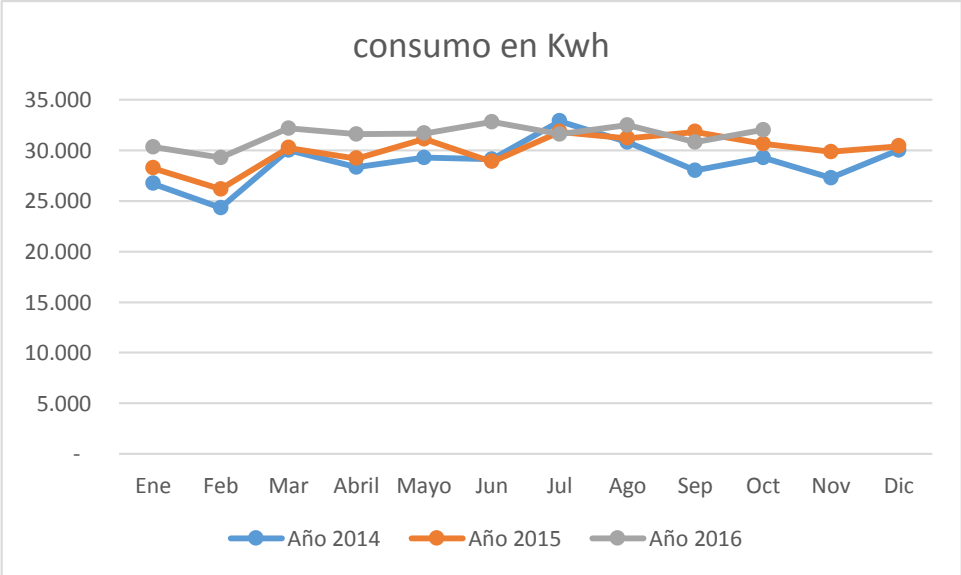
En las visitas realizadas se observó que los trabajadores del supermercado hacen uso racional de la energía.

**Mantenimiento de los equipos eléctricos y electrónicos:**

El supermercado no cuenta con un personal responsable de mantenimiento, es decir que no se realiza mantenimiento preventivo solo se realiza mantenimiento a los equipos y sistemas cuando se presentan fallas (mantenimiento correctivo).

Es de gran relevancia mencionar que el supermercado cuenta con un banco de capacitores el cual compensa la energía reactiva.

Se obtuvo información con facturas de consumo de tres años para evaluar la demanda y el consumo energético de la instalación el cual se analiza con datos de tres años 2014-2016, para tener una referencia solida de la variación del consumo interno del supermercado la Colonia como se observa en la siguiente gráfica.



Fuente de elaboración propia.



En la gráfica se puede observar que en el periodo de estos tres años los meses de mayor consumo son junio, y Julio y el mes de menor consumo radica en febrero. Esto se debe a la humedad relativa que varía en el departamento de Estelí

A demás se realizaron mediciones para determinar el consumo por área y el consumo total del supermercado.

Los datos eléctricos del perfil de carga fueron obtenidos en días específicos directamente del equipo de medición Panoramic power lo cual significa que los datos son verificables y de gran fidelidad ya que son de tiempo real. Las mediciones se realizaron con un intervalo de 15 min por cada lectura para un tiempo total de 24 horas.

**OE2:** Analizar los datos del consumo eléctrico generado por los equipos, con el fin de reducir el costo de la factura eléctrica.

Después de realizada la inspección visual y mediciones, recolección de datos, primeramente, se identificó que el edificio fue construido con parámetros de eficiencia energética, y se aplican medidas de ahorro y buen uso de la energía. Luego se analizaron los datos obtenidos del consumo total y del consumo en las horas sol de 9:00AM-4:00PM con la perspectiva de proponer la autogeneración de energía con fuentes renovables (SSFV), se analizaron los datos del consumo de tres años anteriores, para ver la variación del consumo, a través de graficas en Excel.

**OE3:** Diseñar un Sistema Solar Fotovoltaico en base a las mediciones, para menguar la dependencia de energía comercial.

Bajo los criterios de una auditoria la autogeneración forma parte de uso eficiente de energía, por lo cual se propone la implementación de un sistema solar fotovoltaico para cubrir una parte de la demanda energética total del supermercado. Existen otras fuentes alternativas renovables disponibles, pero se propone este tipo de sistemas en primera instancia porque es energía que existe y se puede aprovechar, además según la experiencia de estudios realizados en los últimos años, en las zonas urbanas este tipo de sistemas (Fotovoltaico) es la alternativa más idónea en comparación a otros sistemas que necesitan otras condiciones como el espacio, e inversiones mayores entre otros parámetros.

Como se mencionó anteriormente el supermercado fue construido con parámetros de eficiencia energética “Con los constantes aumentos a la tarifa de la energía eléctrica, Supermercados La Colonia le apuesta al ahorro y disminución de la factura petrolera con la instalación de los paneles solares que hoy son una realidad, contribuyendo a un ambiente más limpio” esta empresa tiene la perspectiva de implementar un sistema de este índole, esto se ve reflejado en una de las sucursales ubicada en Plaza España Managua donde se instaló uno de estos sistemas conectado a red.

Se cubrirá un 38.34% del actual equivalente a 360.4 kWh esto en el lapso de horas sol (9:00AM-4:00PM). Esta demanda energética se abastecerá con 240 módulos solares de 315 W. por lo cual se necesitará un área de 500 m<sup>2</sup>, el supermercado cuenta con un área de 700 m<sup>2</sup> disponible en el techo para la instalación.

Mediante los cálculos realizados se determinó que este proyecto es rentable ya que la recuperación de la inversión lo lograríamos en un periodo de 5 años.

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye, frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable, contribuye al autoabastecimiento energético y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc.) y los derivados de su generación (Excavaciones, minas, canteras, pozos, etc.).

## Resultados

- OE1: Determinar la carga eléctrica del Supermercado La Colonia.

Mediante las mediciones realizadas dentro de la sucursal con equipos con tecnologías innovadoras como lo es Panaramic power se logró determinar el consumo total de energía en un periodo de dos meses septiembre-octubre 2016. En los cuales el consumo es de 30800kWh-32000kWh. Por lo cual no fue necesario realizar un censo de carga ya que esta tecnología nos permitió obtener todos los datos necesarios para la realización de esta auditoría.

- OE2: Analizar los datos de la carga de los equipos con el fin de dar recomendaciones para reducir el costo de la factura eléctrica.

Se realizó un análisis dentro del edificio en el cual se observó que este cuenta con la implementación de eficiencia energética en el aspecto de iluminación puesto que las lámparas están siendo reemplazadas por LED, al igual que cuenta con un banco de capacitores. Los equipos utilizados (refrigeración, climatización,) son eficientes y la temperatura es monitoreada.

- OE3: Diseñar un Sistema Solar Fotovoltaico en base a las mediciones para menguar la dependencia de energía comercial.

Se elaboró el dimensionado del sistema solar fotovoltaico para el cual se utilizaron datos de radiación de la NASA.

Según el análisis financiero realizado la implementación de este sistema es viable puesto que la inversión se recuperaría en un periodo de 5 años. Además, se aprovecharían al máximo las horas sol de 9:00-4:00 y podemos decir que los datos utilizados son en tiempos reales.

Con la autogeneración se cubrirá el 38.78% de la demanda de energía equivalente a 360.4kWh aprovechando las horas sol de 9:00-4:00 lo que implica un ahorro.

## Conclusiones

Después de realizada la auditoria energética en el supermercado La Colonia, concluimos que:

- La demanda energética real del Supermercado La Colonia es de 32000 KWh/mes promedio, lo cual se verifico en las facturas de consumo eléctrico desde los años del 2014 al 2016 estas fueron brindadas por medio de personal de dicho establecimiento.
- Al implementar en un 100% el cambio de lámparas por tipo led se puede obtener un ahorro en el costo de la factura.
- El recurso solar con el que cuenta el país emite el aprovechamiento del mismo para la generación de energía eléctrica ya que según las fuentes consultadas el promedio oscila entre 4.92 y 5.53 kWh/m<sup>2</sup>/día.
- Al determinar la carga del supermercado logramos saber que el sistema diseñado tiene capacidad de suministrar el 38.4% de la demanda total del supermercado la colonia; aprovechando las horas sol.
- A nivel de Centroamérica la colonia declaro en público la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en 18 supermercados de la cadena hondureña y Nicaragua.

## **Recomendaciones**

Dentro de algunas de las recomendaciones se pueden mencionar las siguientes:

- Elaboración de un plan de mantenimiento eléctrico ya que este establecimiento no cuenta con ello y todo supermercado o empresa debe contar con esto, para la mayor eficiencia de equipos eléctricos y electrónicos.
- Se recomienda cambiar la leyenda de los paneles y sub paneles de distribución ya que se encuentran en mal estado y es difícil visualizar su lectura.
- Contratar personal encargado de mantenimiento del sistema eléctrico, este fue uno de los pequeños detalles ya que al parecer ellos solo realizan mantenimiento cuando se les daña algún equipo y esto se necesita un mantenimiento periódicamente para alargar la vida útil de estos y funcionen correctamente para que no trabajen forzado.
- Completar el cambio de lámparas por LED.
- Implementar el sistema de autogeneración ya que es uno de los principales objetivos del supermercado La Colonia llevar a todas sus tiendas el uso de fuentes de energía renovable en principal la solar fotovoltaica.

## **Bibliografía**

Calderon Salgado, E. J., Jimenez Soto, M. T., Lira Ruiz, E. E., & Meza Ruiz, B. J. (2012). *"Estudio de auditoria Energetica y propuesta de aplicacion de energias renovables en el hospital Pedro Altamirano, del Municipio La Trinidad, departamento de Esteli-Nicaragua"*. Esteli.

Castillo Hernandez , J. A., Carmona Gonzalez, G., & Lopez Cano, F. (2014). *Evaluacion del sistema energetico en los sistemas Tecnologicos instalados en el Hospital Adventista del municipio de Esteli durante el periodo comprendido Agosto-Noviembre del año 2013*. Esteli.

Murillo Jarquin, Orbelith de la Concepcion ; Lanuza Saavedra , Emilio Martin;. (2009). *"Implementacion de Metodos y Tecnicas de Auditoria energetica en el Hospital "San Juan de Dios" del departamento de Esteli"*. Esteli.

[www.electricidad-gratuita.com/dimensionamiento-fotovoltaico%203.htm](http://www.electricidad-gratuita.com/dimensionamiento-fotovoltaico%203.htm)

<http://queaprendemoshoj.com/%C2%BFque-es-la-auditoria/>

<http://eeeparatodos.blogspot.com/2012/06/eficiencia-energetica-electrica.html>

<http://altertec.com/sensor-panoramicpower/>

[http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v1/v1\\_art12.pdf](http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v1/v1_art12.pdf)

<http://www.estadistica.mat.uson.mx/material/elmuestreo.pdf>

[ww.tuveras.com/fdp/fdp.htm](http://ww.tuveras.com/fdp/fdp.htm)