

# Desarrollo de un Plan de Acción Para el Uso Racional y Eficiente de La Energía, Aplicado en el Hiper Mercado Súper Líder C.A. Los Teques, Edo. Miranda

Roggert Bernal

Subcomisionaduría Estatal de Distribución, Comercialización y UREE.

Región Capital

rabernal@corpoelec.gob.ve; roggert.bernal@gmail.com

**Resumen-** *Basados en las resoluciones 75 y 76 de la gaceta Oficial 39694, de Junio 2011 y considerando que hacer uso racional y eficiente de la energía es una corresponsabilidad entre Corpoelec y los diferentes usuarios consumidores de energía eléctrica, en el año 2012 se realizó una auditoría energética al proceso productivo de la empresa Súper Líder C.A., teniendo como premisa el trabajo en equipo, para de esa manera lograr un plan de ahorro energético con sentido de pertenencia en la gerencia y el personal de dicha empresa. El objetivo principal fue desarrollar un plan de acción de uso racional y eficiente de la energía que garantice la disminución del consumo en más de 10%, aplicando herramientas para la gestión total y eficiente de la energía. Para ello, se hizo una evaluación de la situación actual que contempló el análisis del comportamiento de consumo, la medición de parámetros eléctricos y un inventario de cargas conectadas. Se utilizó la Ley de Pareto para evaluar los resultados de la auditoría, logrando identificar un potencial de reducción del consumo de 26% mediante acciones de alta factibilidad de ejecución a corto y mediano plazo. Como resultado del trabajo en equipo y al acompañamiento realizado, se logró obtener el plan de ahorro energético y montar los indicadores de eficiencia energética, así como también evaluar la puesta en práctica de las propuestas, observando que en la actualidad y de manera sostenida, el usuario mantiene promedio de ahorro superior a lo establecido en la Resolución 76, Gaceta 39694.*

**Palabras Claves:** *Eficiencia Energética, auditoría energética, Resolución 76, indicadores de eficiencia energética, ley de Pareto, plan, ahorro, trabajo en equipo, acompañamiento, oportunidad.*



## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, existe una imperante necesidad de hacer uso racional y eficiente de la energía eléctrica, de manera que se reduzca la tendencia ascendente y fuera de control del crecimiento del consumo y la demanda. Considerando que el desarrollo económico y el crecimiento poblacional inciden directamente sobre esta tendencia, el uso racional y eficiente de la energía debe formar parte de las políticas y valores de todos los individuos y organizaciones.

Para lograr los cambios de cultura y sensibilización hacia el uso racional y eficiente de la energía y que estos cambios formen parte de las políticas y valores de todos los venezolanos, el Ministerio del Poder Popular Para La Energía Eléctrica promulgó un conjunto de Resoluciones y una nueva Ley para garantizar que los diferentes usuarios hagan uso adecuado de la energía y de no estarlo haciendo, diseñar y ejecutar las mejoras requeridas para tal fin.

La empresa Súper Líder C.A., ubicada en Los Teques y dedicada a la comercialización de alimentos, está incluida dentro de las excepciones indicadas por la Resolución 76, dado que garantiza la “Seguridad Alimentaria” en la región; sin embargo está obligada legal y moralmente a utilizar de manera racional y eficientemente la energía. Por esta razón, el objetivo principal del trabajo es desarrollar un plan de acción de uso racional y eficiente de la energía eléctrica que garantice la disminución del consumo en más de 10%.

Para lograr el objetivo planteado es necesario evaluar la situación energética actual de la empresa, actividad que contempla el análisis de la información comercial registrada en Corpoelec, la medición de los parámetros eléctricos en un período de siete días y el inventario de equipos conectados a la red eléctrica, así como también el estudio de los resultados obtenidos.

Con los resultados obtenidos del análisis de facturación de energía, el inventario de equipos, las mediciones realizadas y mediante el uso de la ley de Pareto, analizando técnicamente el comportamiento de los parámetros eléctricos se identifican las oportunidades de ahorro y se estima el máximo potencial de reducción del consumo, permitiendo la preparación del plan de ahorro energético (PAE), de obligatorio cumplimiento según la Resolución 76 de la Gaceta 39694, especificando en el mismo las medidas a corto, mediano y largo plazo que garanticen el ahorro esperado, el cual se estima que podría alcanzar una reducción de -26% de su consumo mensual, respecto al consumo registrado en el año 2009.

Siendo Súper Líder una empresa del ramo comercial, las oportunidades de ahorro se ubican en tres grandes áreas de consumo, como son: el sistema de refrigeración, el sistema de iluminación y el de climatización; destacándose como la más importante en un corto plazo, el reemplazo de las luminarias y la eliminación de cargas que no forman parte del sistema productivo de la empresa.

Adicionalmente, como un valor agregado al acompañamiento realizado en Súper Líder y considerando que gerencialmente lo que no se puede medir no se puede controlar, lo que no se puede controlar no se puede gestionar y lo que no se puede gestionar no se puede mejorar; se desarrollan los indicadores de eficiencia energética para asegurar el crecimiento y uso de la energía de manera eficiente.

## II. DESARROLLO DEL CONTENIDO

Tal como se indicó en el resumen y en la introducción, el trabajo fue realizado en la empresa Súper Líder, C.A., cuya actividad comercial es la venta y distribución de alimentos en la comunidad de Los Altos Mirandinos, Estado Miranda.

Se aplicaron herramientas de diagnóstico para la gestión total y eficiente de la energía (GTEE), lo cual permitió recopilar y desarrollar una base de datos de los equipos con el consumo de energía, la demanda, la producción, estadísticas y calidad de las variables, así como definir los índices energéticos y la evaluación energética del local, permitiendo la generación de un informe de resultados y recomendaciones con el fin de ayudar a la gestión operativa y administrativa de la empresa. A continuación se detalla cada una de las actividades desarrolladas en la auditoría:

### A. Evaluación de la Situación Energética Actual

De acuerdo a lo establecido en la Resolución 76 de la gaceta Oficial 39694, Súper Líder C.A. forma parte de las empresas que deben ser fiscalizadas por el Ministerio del Poder Popular para la energía eléctrica (MPPEE).

Como parte del proceso de fiscalización debe identificarse la información técnica y comercial del usuario. En la Tabla I se muestra la información técnica y Comercial de Súper Líder.



TABLA I

Características técnicas y comerciales del sistema eléctrico de Súper Líder C.A.

<b>Interlocutor</b>	6001772613
<b>Demanda Asignada Contratada (DAC)</b>	1000 kVA
<b>Tarifa</b>	F0_T06_01
<b>Cuenta Contrato</b>	100001701549
<b>Contador de Energía</b>	101130917
<b>Banco de Transformadores</b>	750 kVA
<b>Tensión Primaria</b>	7.2/12.47 kV
<b>Tensión Secundaria</b>	277/480 V

Fuente: Corpoelec y Súper Líder C.A (2012)

Seguidamente, el segundo paso es la evaluación de los consumos mensuales, siguiendo las instrucciones indicadas en la Resolución 76, Gaceta 39694. En el siguiente gráfico se muestra el análisis realizado a la cuenta de Súper Líder C.A.

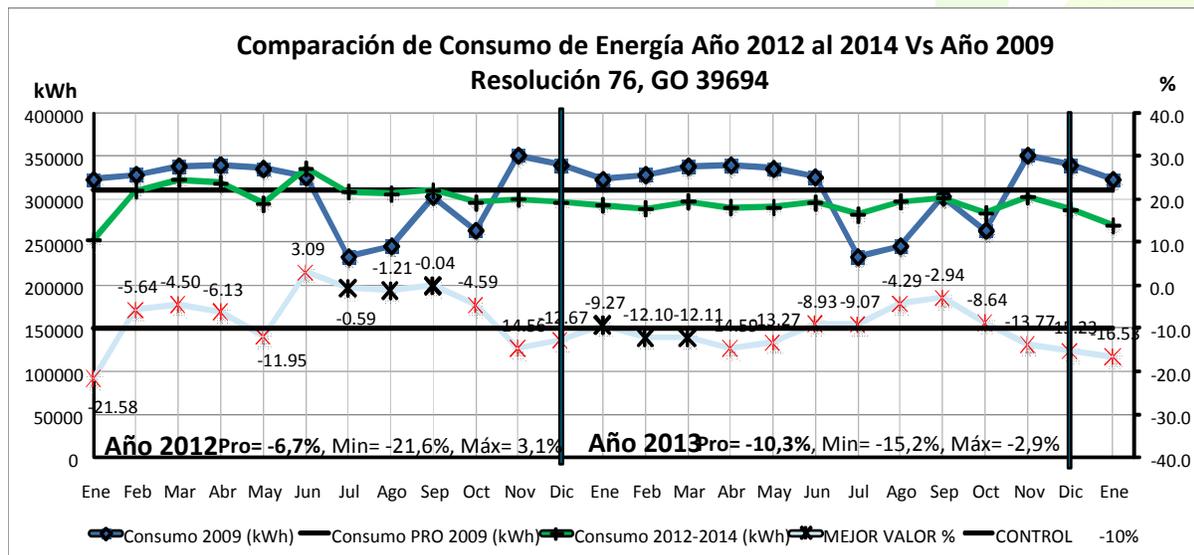


Fig. 1 Comparación de Consumo de Energía Año 2012 al 2014 Vs Año 2009  
Resolución 76, GO 39694

Fuente: Base de datos de Corpoelec, Ene 2009/Ene. 2014

Para el inicio de la Fiscalización del usuario en Enero de 2012, el promedio de reducción de consumo estaba en el orden del -6,3%. Luego de iniciado el proceso de auditoría energética y habiéndose puesto en práctica en Agosto de 2012 algunas de las soluciones de corto plazo sugeridas, comienza a observarse un porcentaje de ahorro superior al -10% de manera sostenida, ubicándose en Diciembre de 2013 en un -10,3% y obteniéndose en Enero de 2014 un -16,5% de reducción. Para la elaboración del gráfico se utilizó la base de datos de facturación del usuario.

## B. Inventario de cargas conectadas

La finalidad de hacer el inventario de cargas es obtener toda la información técnica y operativa de los diferentes equipos consumidores de energía eléctrica, para luego identificar mediante estudios estadísticos y gerenciales aquellos equipos y áreas de consumo sobre los cuales establecer un plan de acción eficiente, que garantice el ahorro esperado al menor tiempo y al menor costo posible.

En este punto comienza el trabajo en equipo Corpoelec-Usuario, delegando en el usuario el levantamiento de la información para luego hacer una auditoría aleatoria a los equipos registrados en el inventario y lograr que tanto la gerencia como el personal técnico de Súper Líder C.A. puedan internalizar en su gestión el uso racional y eficiente de la energía. Se requiere acompañamiento para lograr la calidad esperada en la información; igualmente si es necesario, se debe entrenar al personal que realizará el inventario mediante un pequeño taller sobre los pasos a seguir en la inspección de campo y el vaciado de la información en una base de datos.

La información obtenida en el levantamiento de campo es una herramienta fundamental para los análisis gerenciales y estadísticos que facilitan la toma de decisiones asociadas al estudio. Partiendo de la información de la base de datos, se obtiene un resumen de la distribución del consumo de energía eléctrica dentro del local en estudio. Ver Tabla II:

TABLA II:  
Resumen del inventario de cargas realizado, caracterización por uso de la energía.

Usos de la Energía	Suma de ENERGÍA ESTIMADA (kWh)	Suma de VA/HP
REFRIGERACIÓN	157737.15	255268.98
ILUMINACIÓN	98786.49	231958.96
CLIMATIZACIÓN	39894.82	211086.88
OTRO	31932.29	73906.93
VENTILACIÓN	24361.30	40864.80
RESISTENCIA	17203.84	51571.61
HERRAMIENTA	13750.23	44998.69
FACTURACIÓN	2790.05	5303.00
HORNADO	1662.46	5541.54
AUDIOVISUAL	1045.72	2218.40
OFICINA	180.49	600.90
Total general	389344,82	923320,68

Fuente. Base de datos, Inventario de Cargas, Súper Líder C.A

## C. Medición y evaluación de parámetros eléctricos

Para conocer el comportamiento de los diferentes parámetros asociados al sistema eléctrico del inmueble y poder identificar oportunidades de ahorro en el análisis de los mismos se instaló un equipo registrador de parámetros eléctricos desde el día 05 de Marzo hasta el día

12 de Marzo de 2012, obteniendo 7 días continuos de información y cumpliendo con la recomendación indicada en el Artículo 1 de la Resolución 75 de la Gaceta Oficial 39694.

El siguiente gráfico (Fig. 2), construido a partir de los datos obtenidos de la medición, muestra que el factor de potencia oscila entre 0,7 y 0,88; curiosamente bueno durante los horarios de máxima demanda y muy bajo desde las 23:00 hasta las 7:00 aproximadamente, durante cada día.

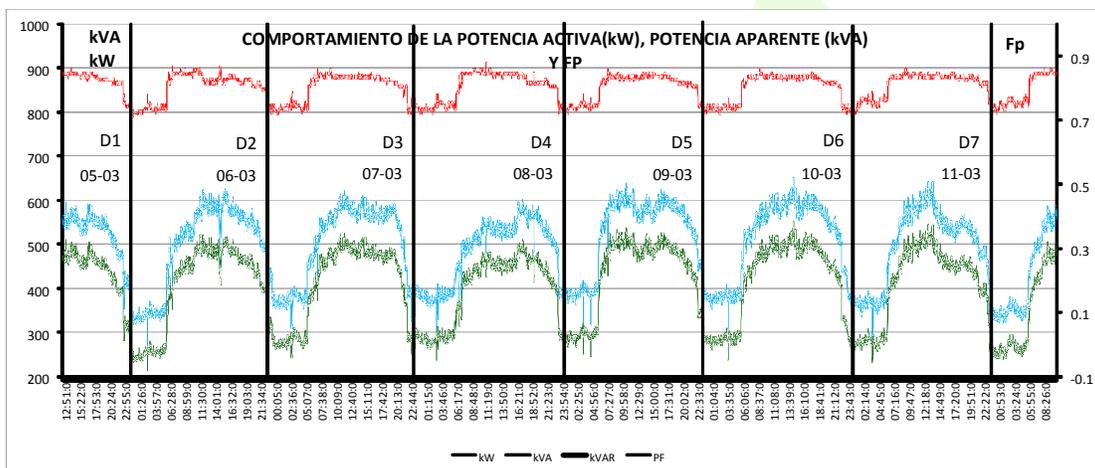


Fig. 2: Perfil de potencia activa, potencia aparente y factor de potencia desde el 05-03 al 12-03-2012. Gráfico realizado con los datos extraídos del equipo registrador de parámetros eléctricos

Otros parámetros de importancia en el estudio de eficiencia energética son las desviaciones de tensión, el desbalance de corrientes y la distorsión armónica. Se observó en el análisis de todos estos parámetros que todos se encuentran dentro de la norma, excepto el factor de potencia cuyo promedio debe ser mayor a 0,9.

#### D. Identificación de Oportunidades de Ahorro Energético

Luego de haberse realizado el diagnóstico energético fue posible identificar las oportunidades de ahorro que garantizarán a Súper Líder C.A., mantener sus niveles de producción con un consumo de energía racional y eficiente. Mediante el uso de métodos gerenciales y estadísticos, así como también la evaluación de los parámetros eléctricos, fue posible identificar y priorizar los potenciales de mejora existentes en el sistema, garantizando una planificación adecuada con recursos direccionados eficientemente.

La información suministrada por el inventario de cargas, es una herramienta fundamental para la identificación de oportunidades de ahorro y la vez permite priorizar las acciones y la toma

de decisiones. Mediante la base de datos del inventario y una correcta caracterización de las cargas, es posible realizar estudios gerenciales y estadísticos.

Para el presente estudio, se decidió emplear la “Ley de Pareto”, también conocida como la regla 80/20, la cual consiste en que, de una forma aproximada el 20% de una acción produce el 80% de los efectos, mientras que el 80% restante sólo origina el 20% de los efectos. La base de datos construida permitió identificar el 20% de los equipos, sistemas o maneras de utilización de la energía, responsables del 80% del consumo; visto por la Ley de Pareto, el 20% de los equipos que originan el 80% del consumo de energía.

Mediante el uso de esta ley, se realizaron los siguientes análisis: -

- 1) Demanda en kVA versus Ubicación Física en el Local
- 2) Energía en kWh versus Uso de la Energía
- 3) Energía en kWh versus Cargas de refrigeración
- 4) Energía en kWh versus Cargas de iluminación
- 5) Energía en kWh versus Cargas de climatización

Mediante este estudio se pudo determinar el orden de prioridades, representando el primer lugar el sistema de refrigeración, segundo la iluminación y por último la climatización. Estos tres grupos de equipos, representan el 36% del total de equipos conectados, los cuales consumen el 84% de la energía del local.

## E. Resultados

En el siguiente cuadro (Tabla III), se presenta el conjunto de acciones que deben ejecutarse para lograr la disminución del consumo de energía eléctrica. Adicionalmente, es importante señalar que de acuerdo a nuestras recomendaciones, Súper Líder inició el reemplazo de 226 luminarias tipo Metal Halide de 450 W, incluyendo el balasto, por bombillos ahorradores de 125W, lo cual representa un ahorro de 72% en el consumo por iluminación.

En la actualidad se observa que fue reemplazado el 50% de los bombillos, permitiendo efectuar mediciones de temperatura, detectando que la temperatura del bombillo Metal Halide es 50% superior a la temperatura del bombillo ahorrador (Ahorrador= 50°C; MH= 100°C); influyendo de manera indirecta en el ahorro por consumo de climatización.

TABLA III:

Resumen de oportunidades de ahorro, % esperado de reducción del consumo y la demanda

DEMANDA CENSO DE CARGAS (kVA)		923	ENERGÍA TOTAL CENSO DE CARGAS (kWh)					389345		
DEMANDA PROMEDIO 2012 CORPOELEC (kVA)		692	ENERGÍA PROMEDIO 2012 CORPOELEC (kWh)					306000		
% de Error		25	% de Error					21		
GRUPO	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN	AHORRO ESPERADO (kVA)	AHORRO ESPERADO (kWh)	POTENCIA APARENTE DEL GRUPO (kVA)	ENERGÍA DEL GRUPO (kWh)	% AHORRO GRUPO kVA	% AHORRO TOTAL kVA	% AHORRO GRUPO kWh	% AHORRO TOTAL kWh
REFRIGERACIÓN	Compresores recíprocos con Motores de Inducción 224 kVA Totales	Mejorar el factor de potencia	30		224		13	3		
REFRIGERACIÓN	Aislantes térmicos del circuito del refrigerante deteriorados, rotos o inexistentes	Realizar mantenimiento		13721		137215			10	4
ILUMINACIÓN	226 Luminarias Metal halide 400W, más 226 balastos 50W con nivel de iluminación promedio de 200LUX medidos en el local	Reemplazar 226 luminarias Metal halide por tipo fluorescentes T8, 2x52W, para mejorar el nivel de iluminación y operar con mayor eficiencia	87	37534	113	48816	77	13	77	10
ILUMINACIÓN	Servicio de iluminación del estacionamiento del Centro Comercial conectado al servicio de Super Líder C.A.	Solicitar un servicio independiente para el concesionario del estacionamiento		10273		10273			100	3
CLIMATIZACIÓN	2 Puertas principales del local abiertas, 4mx3m c/u	Instalar cortinas de aire		3442		34420			10	1
CLIMATIZACIÓN	Son 6 equipos compactos de 14kVA cada uno	PROGRAMACIÓN DE ENCENDIDO Y APAGADO. MANTENER 3 AIRES ENCENDIDOS 100%, 16 HORAS, ENCENDER 3 AIRES 3 HORAS DESPUES DE COMENZADA LA JORNADA Y APAGARLOS 3 HORAS ANTES DE FINALIZADA LA JORNADA, REGULADOS A 24°C		5163		34420			15	1
OTROS	Existe alimentación de un local denominado MIS POLLITOS, el cual está tramitando su proyecto para independizarse	Independizar el servicio de MIS POLLITOS		31887		31887			100	8
<b>TOTAL AHORRO ESPERADO (%)</b>			<b>117</b>	<b>102020</b>	<b>337</b>	<b>97031</b>		<b>16</b>		<b>26</b>
			kVA	kWh	kVA	kWh		%		%

Fuente. Base de datos, Inventario de Cargas, Súper Líder C.A

De acuerdo a los planteamientos mostrados en la Tabla III, si son ejecutadas todas las acciones planificadas se obtendrá una disminución del consumo de - 26% y una disminución de la demanda de - 22 %.

Otro logro importante del trabajo fue el desarrollo de los indicadores de eficiencia energética, los cuales se muestran a continuación:

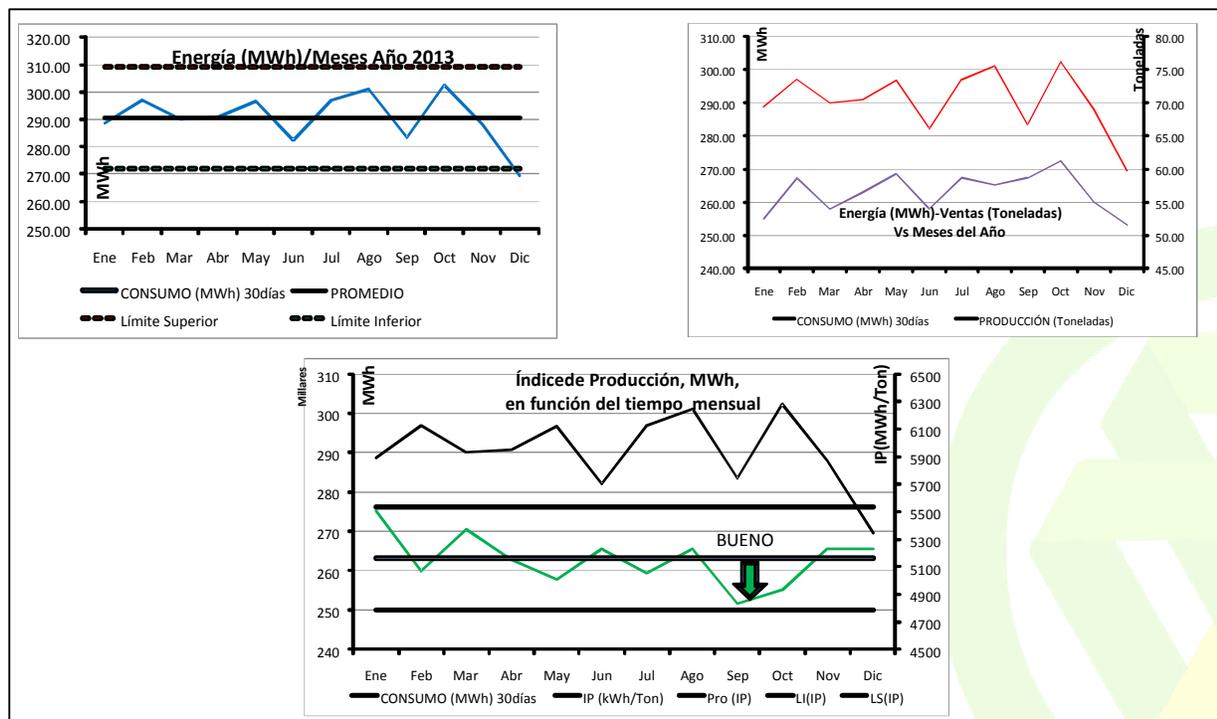


Fig. 3. Indicadores de eficiencia energética, año 3013

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se describe a continuación las conclusiones cuantificadas del trabajo realizado:

- Se logró identificar oportunidades de reducción total estimada en – 26%, las cuales fueron plasmadas en el plan (PAE), con actividades de corto, mediano y largo plazo.
- El usuario reemplazó el 50% de los bombillos Metal Halide de 450 W por bombillos ahorradores compactos de 125 W, obteniendo un ahorro de 36% sobre la carga de iluminación y 7% sobre la carga total. Adicionalmente, se realizaron mediciones de temperatura comprobando que el bombillo ahorrador es 50% más frío que el Metal Halide, influyendo en la disminución de la carga térmica en el sistema de climatización.
- Se realizó el inventario de cargas, constituyéndose en una herramienta para el usuario que permitirá conocer con exactitud la ubicación de los equipos eléctricos, así como llevar un registro de activos eléctricos y su mantenimiento; así mismo, se desarrollaron los indicadores de eficiencia energética y se elaboró el plan de ahorro energético (PAE).

- Se logró identificar un potencial de disminución de 30 kVA en la mejora del factor de potencia, específicamente en la sala de compresores de refrigeración.
- Se actualizó la información a la fecha y se pudo comprobar que el usuario mantiene un promedio de ahorro de -10, 3%, cumpliendo con lo establecido en la Resolución 76, Gaceta 39694.

Es importante resaltar que el trabajo realizado garantiza los siguientes aportes:

- Súper Líder C.A., Los Teques, forma parte de una cadena de súper mercados. La evaluación realizada localmente pudiera ser utilizada de manera integral para la evaluación de usuarios similares, incluyendo redes bancarias, cadenas de tiendas, entre otras, facilitando obtener con precisión los potenciales de ahorro energético de manera global.
- Como beneficio social inmediato, se observa que el ahorro energético comenzó a formar parte de las políticas y valores del usuario, logrando internalizar la conciencia de ahorro en la gerencia y el personal de la empresa, garantizando en la actualidad una reducción promedio superior a lo establecido en la Resolución 76, Gaceta 39694. Igualmente, las medidas de ahorro establecidas no sacrifican los índices de producción del usuario y por lo tanto obtiene mayores beneficios económicos y contribuye con el desarrollo sustentable del planeta.
- Los resultados son 100% verificables, basta con hacer una inspección en los andenes del local y se puede observar los bombillos reemplazados, pudiéndose efectuar mediciones; sin embargo, la mejor comprobación se observa en la evaluación del consumo de energía eléctrica mostrado en la figura 1.

Finalmente, se recomienda:

- A Corpoelec: Realizar las auditorías energéticas de manera coordinada y trabajando en equipo con los usuarios, haciendo seguimiento a la ejecución de las propuestas con alto potencial de ahorro energético y facilitando la formación técnica del personal que realiza las auditorías.
- A Súper Líder: Ejecutar las medidas de ahorro establecidas en el plan (PAE), manteniendo actualizada la base de datos del inventario de equipos eléctricos y los indicadores de eficiencia energética. Tomar el “Uso racional y Eficiente de la Energía Eléctrica” como un valor de la empresa.

## RECONOCIMIENTOS

- A FUNDELEC, por mantener una política de educación y tecnificación del personal y los usuarios en materia de ahorro energético.
- Al Lic. Rafael Crespo, Coordinador de la unidad de Uso Racional y Eficiente de la Energía UREE, Corpoelec, por haberme permitido formar parte del equipo de asesores.
- Al Sr. José Goncálves, Gerente de Súper Líder C.A., por su apertura, perseverancia y constancia en la gerencia del uso de la energía.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio del Poder Popular Para la Energía Eléctrica (2012, Mayo). Presentación: **Plan de Uso Racional y Eficiente de la Energía**, Sector Oficial.
- [2] Ministerio del Poder Popular Para la Energía Eléctrica (2012). **Compendio sobre el Uso racional y Eficiente de la Energía**.
- [3] Colectivo de Autores, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, Universidad de Cienfuegos, Cuba (2006). **GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR PRODUCTIVO Y LOS SERVICIOS**. Material de Apoyo Digital, Diplomado de Consultores Energéticos, Módulo I.
- [4] León, A. (2012). **Gestión de Sistemas Eléctricos, Tema 4, Mejora del Factor de Potencia**. Diplomado Fundelec-Corpoelec, MÓDULO II.
- [5] Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN. **Illuminancias en Tareas y Áreas de Trabajo**, COVENIN 2249-93