

# **EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE MEDIDORES INTELIGENTES EN CLIENTES EMPRESARIALES**

Luis Carlos Mesa

Asignatura:  
PROYECTO DE GRADO

Docente:  
ANGELA BACCA



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
BOGOTÁ D.C. 2014

# **EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE MEDIDORES INTELIGENTES EN CLIENTES EMPRESARIALES**

## **EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION OF SMART METERS IN BUSINESS CLIENTS**

Luis Carlos Mesa Martínez

Ingeniero Industrial, Profesional Sénior, CODENSA S.A. ESP.

Universidad Militar Nueva Granada

Bogotá, Colombia,

lmesa@endesacolombia.com.co

### **RESUMEN**

El actual desarrollo tecnológico ha incrementado las herramientas para el seguimiento, medición y control de los consumos de los usuarios y clientes del servicio eléctrico, por lo tanto la empresa CODENSA ESP ha decidido evaluar cuales son las ventajas de utilizar medidores inteligentes en los clientes empresariales con antecedentes de hurto, con el objetivo de la disminución de los costos en la operación, tener una administración de la información más oportuna, con mayor disponibilidad y con alta confiabilidad. La información recolectada es transmitida por un operador de red que la envía a los administradores del sistema y de esta manera realizar los análisis de la información para definir los planes en cumplimiento de las estrategias del negocio.

Dentro de los resultados de implementar esta nueva tecnología, ha permitido disminuir las pérdidas de energía, identificar las horas pico y valle en los consumos personalizados y de esta manera establecer tarifas horarias que faciliten la planeación en el uso de la energía de manera óptima que reduzca sus costos. La implementación de esta tecnología ha generado impactos negativos como la aceptación del cliente y positivos como la generación de nuevas estrategias para el consumo que disminuyen sus costos.

### **ABSTRACT**

Current technological development has increased the tools for monitoring, measurement and control of consumption of users and customers of electric service, therefore the company has decided to evaluate ESP CODENSA what are the advantages of using smart meters on business customers with history of theft, with the goal of decreasing costs in the operation, management have a more timely, more availability and high reliability. The information collected is transmitted by a network operator that sends system administrators and thus perform data

analysis to define plans in compliance with business strategies. Among the results of implementing this new technology, it has reduced energy losses, identify the peak and valley in custom consumption and thus establish hourly rates to facilitate planning on using energy optimally to reduce their costs. The implementation of this technology has generated negative impacts such as customer acceptance and positive as generating new strategies for consumption decreasing costs.

**Palabras clave:** MEDIDOR INTELIGENTE, medidor inteligente , CONSUMO, consumo, FRANJA HORARIA, franja horaria, PÉRDIDA DE ENERGÍA, pérdida de energía.

**Keywords:** SMART METER, smart meter, CONSUMPTION, consumption, TIME ZONE, time zone, LOSS OF POWER, loss of energy.

### **OBJETIVO PRINCIPAL**

Liderar un proceso de evaluación de la implantación de medidores inteligentes masificado, como una infraestructura tecnológica que puede aportar en el desarrollo de Colombia y en los objetivos estratégicos de la compañía.

### **OBJETIVOS SECUNDARIOS**

- Implementar un piloto de medidores inteligentes con el objetivo de demostrar los beneficios de la infraestructura de medición avanzada (AMI).
- Normalizar los sistemas de medida centralizada existentes en la compañía.
- Disminuir las pérdidas de energía por el hurto.
- Aumentar la calidad del servicio de energía eléctrica.
- Disminuir los costos de operación en las actividades de suspensión, inspección y reconexión.

## INTRODUCCIÓN

En un mundo tan dinámico comercialmente, donde mes a mes se generan nuevas tecnologías que generan desventaja competitiva con las inmediatamente anteriores, no debemos mantenernos aislados e indiferentes a estos avances tecnológicos que potencialmente se han incorporado a los mecanismos de medición de consumo de energía y no mal llamados medidores inteligentes.

La incorporación de esta tecnología ha abierto un abanico de posibilidades en el manejo de la información generada a través del consumo de la energía ya sea para los clientes masivos o los clientes empresariales, en cuanto a las actividades de lectura, reparto, consumo por franjas horarias, costos de los consumos y consumos pre-pagados.

En Colombia se han realizado varios proyectos para la implantación de estos medidores enfocados principalmente a los negocios de energía pre-pagada, es tal el caso para la empresa EPM en Medellín con la instalación de más de 85.000 medidores o EMCALI, sin embargo la implementación de estos medidores, requiere de estatutos regulatorios que normalicen o actualicen los cobros de la energía, aseguren la participación de varios fabricantes y la definición de necesidades por zonas para la implementación de esta tecnología.

CODENSA E.S.P. por ser una empresa de naturaleza mixta donde el 49% pertenece al grupo ENEL de Italia y es desde allí donde se impulsa la iniciativa de implementar esta tecnología en los sistemas de medición. De acuerdo a la publicación (1) *“Panorama de los Medidores Inteligentes 2012”*, la instalación de estos medidores en Europa ya ha sido realizada y se encuentra pendiente la parte de normalizar la legislatura para que las rijan de acuerdo a las condiciones políticas de cada país. Los modelos utilizados en esta zona Europea son (2):

- Orbis Tecnología Eléctrica y su Domotax Telegest Prime, el nuevo contador estático monofásico con capacidad de comunicación PLC y funciones que permiten su telegestión con protocolo DLMS sobre Prime.
- Landis+Gyr. Sus modelos ZCXe110CR (monofásico) y ZMXe310CR (polifásico)
- ZIV Aplicaciones y Tecnología, con sede en Zamudio (Vizcaya), Entre su gama de productos destaca el contador inteligente monofásico 5CTM y el trifásico 5CTD.

A partir del año 2005 en CODENSA se desarrollan proyectos y visitas técnicas relacionadas con la presente temática, lideradas por directivas de la compañía; a continuación se enumeran cada uno de ellos:



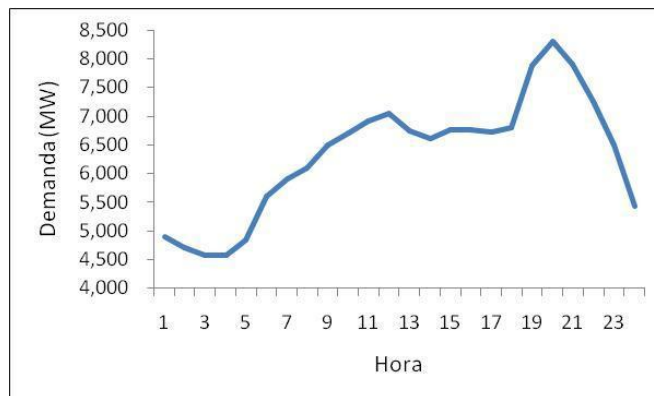
**Gráfica 1.** Proyectos desarrollados

El proyecto se enmarca en un macroproyecto regional que busca organizar en una sola estrategia el despliegue unificado de tecnologías de medición inteligente ENEL, haciendo uso de equipos ya probados en más de 32 millones de usuarios ubicados en Italia y España.

La no ejecución de este proyecto llevará la inclusión de tecnologías de medición inteligente existentes (i.e: CAM/Elster) y otras tecnologías aún no probadas, sin garantizar el cumplimiento de unos requerimientos mínimos de la perspectiva técnica y comercial. Adicionalmente, no se contará con resultados que permitan demostrar los beneficios de la tecnología ante el ente regulador, restringiendo la participación del grupo en futuros procesos de revisión a nivel regulatorio en lo que corresponde el desarrollo de las redes inteligentes en Colombia. Actualmente estos procesos se vienen adelantando en Chile, Brasil y otros países de LatAm como son: Perú, Ecuador y Paraguay.

En Colombia los temas para la regulación para la introducción de las mediciones inteligentes, han estado limitados debido a que aún no se han determinado, entre las empresas de servicios públicos, cuáles serán los beneficios directos de los clientes y cuáles serían objetivos operacionales de estas actualizaciones.(3)

Las fuertes demandas de energía que se realizan en determinadas franjas horarias, presentan una característica especial y es que se requieren altísimas inversiones para tener una alta capacidad instalada y de esta manera suplir con las demandas generadas en lapsos de tiempo muy cortos, generando altas sub-utilizaciones en el resto de las franjas horarias. Partiendo de esto es necesario que se realicen acuerdos de consumo entre la empresa y los usuarios y de esta manera generar líneas de consumo mas horizontales.



**Gráfica 2.** Demanda en Kw

Con los medidores convencionales la información del consumo solo puede ser disponible hasta que se realice un visita en la ubicación física del medidor, mientras tanto teniendo los medidores inteligentes podemos sacar una gran iniciativa partiendo de la información recolectada (consumos por franjas horarias) y es la de planear las actividades que demandan mayor utilización de la energía eléctrica y distribuirlas en las horas valle o de bajo costo para el consumo.

A pesar de ser empresas que manejan un “monopolio” en el sector energético, son empresas que siempre acuden a la innovación tecnológica para la disminución de sus costos de operación y es por esto que se han encontrado que la optimización de algunos procesos se encuentra restringida a la tecnología de los medidores que se encuentran instalados actualmente, convirtiéndose en un freno para el paso innovador y para el cumplimiento de la satisfacción de las necesidades de los clientes.

Con los medidores de energía convencionales la captura de información de los consumos o las características del mismo medidor no son posibles de realizar remotamente, de igual manera no facilitan la retroalimentación en la calidad del suministro y si abren una puerta a la distorsión en la toma de los consumos ya sea por el desgaste del mismo o por la adulteración de los mecanismos ocasionados por la mano mal intencionada del hombre.

Adicionalmente con el tiempo se va perdiendo la exactitud de las mediciones lo cual requiere calibraciones periódicas, la composición de sus materiales presentan variaciones en la toma de los consumos y finalmente no permiten medir ni informar variaciones ni en la tensión ni en la corriente que se presenten durante el suministro de energía.

El uso de medidores que no permiten establecer un flujo de comunicación inhibe toda posibilidad de hacer un balance permanente del consumo energético a fin de

detectar pérdidas excesivas y el robo de energía, y obstaculiza cualquier medida dinámica orientada a gestionar la demanda

Si bien las facturas de las distribuidoras incluyen gráficos que describen la tendencia del consumo mensual durante el último año y brindan consejos para ahorrar energía, la falta de interactividad de los medidores no permite que los usuarios dispongan de datos sobre la curva de la carga, los picos de carga, las horas de mayor consumo y los artefactos y electrodomésticos más críticos. Por lo tanto, los usuarios no pueden tomar ninguna medida para flexibilizar su consumo eléctrico conforme a la disponibilidad energética de la red.

La metodología de realizar mediciones por franjas horarias, se resume como una metodología eficiente para reducir los consumos en horas pico, entendiéndose que a los usuarios del servicio se les comunicará cuales serán los costos por el consumo por KW/hora con el objetivo de programar la demanda eléctrica en las horas pico y cual en las hora valle, teniendo mayor costo el consumo en las horas picos (30% más)

Por otra parte encontramos que la instalación de estos medidores en países como España han generado oposición en los clientes debido a que estos no han encontrado ni una disminución en los precios, ni una disminución en el consumo que serían las variables directas que son de interés para el cliente. Adicionalmente encontramos que ha esta instalación los clientes han tenido que incurrir en costos adicionales por la actualización del sistema de medición en hasta un 33% por encima de una instalación de un medidor convencional.

Las tecnologías a implementar pueden diferir de un país a otro, de acuerdo a las necesidades y expectativas que tenga cada uno de ellos. [4]

Propiamente hablando de las tecnologías implementadas en los sistemas de distribución, países como China y Estados Unidos comenzaron el despliegue de medidores inteligentes con el fin de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, uno de los motivos más importantes para dichos países, puesto que sus contribuciones de CO<sub>2</sub> en el contexto mundial eran relativamente altas, del orden del 23,3% y 18,1% respectivamente durante el 2008. [4]

Una de las variables importantes que se tienen en cuenta en la implementación de los pilotos es el de identificar los aspectos que presentan ruido en la transmisión de los datos o en el acceso a la red idónea para ejecutar esta acción, es decir, el objetivo es encontrar el ambiente técnico ideal para que la instalación de los medidores inteligentes sea optimizado y no existan sub utilización a la inversión realizada.

Uno de los derechos de los consumidores del servicio eléctrico está enmarcado bajo la ley 142 de 1994 de la CREG [5], en donde se especifica que cada cliente

tiene derecho a que sus consumos sean medidos donde la empresa prestadora del servicio por su parte, debe dar los consumos reales mediante instrumentos tecnológicos apropiados, acorde a su capacidad técnica y financiera o a las categorías de los municipios establecidos. En Colombia, aún no han entrado en vigencia normas que potencialicen el uso de medidores inteligentes, sin embargo, ya existe un borrador que se encuentra bajo revisión. También se encuentran en revisión normas vigentes como la NTC 4440 y la NTC-ISO/IEC 27001[6]

Para los negocios energéticos, realizar las mediciones de energía representa una entrada indispensable para realizar balances energéticos desde el nivel de transmisión eléctrica hasta el nivel de cliente masivo.

Por otro lado, facilita visualizar los aumentos en las eficiencia energéticas cuando se han implementado métodos de ahorro o se han instalado equipo de aumenten esta eficiencia, ya que permite cuantificarlo y a partir de la medición periódica del consumo de energía eléctrica es posible obtener un registro histórico de la demanda, que pueden ser implementados en pronósticos de demanda a largo, mediano y corto plazo y de esta manera realizar programaciones más puntuales con las generadoras en la emisión de la cantidad de energía por intervalos de tiempo y así disminuir las pérdidas o desperdicios de energía.

Como principales beneficios de la compañía encontraremos que si los resultados del proyecto son positivos y existe un reconocimiento de las inversiones por parte del regulador, CODENSA se verá beneficiada con una optimización del OPEX de la compañía respecto a las operaciones comerciales.

Por otra parte la instalación de medidores inteligentes generaría el ahorro en los costos para las operaciones de lectura, corte y reconexión, revisión de medidores e inspecciones entre otros beneficios tales como [7]:

- Procesos de facturación mejorados
- Mejor información sobre los patrones de consumo
- Ahorro en los costos de compra de energía
- Reducción de deudas por incumplimiento de pago del servicio.
- Reducción de costos en la lectura del medidor
- Detección y restauración de fallas del sistema más rápidas.
- Monitoreo de la calidad de tensión.
- Mejor información del consumo
- Facturación precisa
- Mejor servicio al cliente
- Reducción de fraudes



El cambio de los medidores tradicionales por medidores inteligentes permite que los usuarios puedan tener autonomía en la determinación del uso de la energía por franjas horarias, conociendo los costos de su consumo necesaria y de esta manera facilitando la toma de decisiones, para tener control del mismo y obtener beneficios reduciendo el costo de sus tarifas de electricidad.

El alcance del proyecto está dado para:

- Selección sectores del piloto
- Adquisición de equipos
- Relacionamiento clientes
- Implantación módulo formación centro entrenamiento
- Entrenamiento
- Definición del plan de instalación
- Instalación y Operación
- Difusión de resultados
- Pruebas funcionales
- Informe de resultados
- Cierre

## 1. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto Smart Metering tiene como objetivo emplear y evaluar los medidores inteligentes y el sistema de telegestión de ENEL en el entorno de operación de CODENSA, así como demostrarle a los clientes y el regulador los beneficios de la infraestructura de medición avanzada (AMI) de ENEL en la mejora de la eficiencia energética, la calidad del suministro de energía eléctrica, el control de pérdidas, la gestión remota de los medidores (lectura, suspensión, reconexión, balances de energía y reporte de eventos) y la capacidad de intercambio de información técnica.

Se debe realizar el proceso de nacionalización de los equipos y la instalación de 46 medidores inteligentes y un concentrador en el sector de Usaquén. [8]

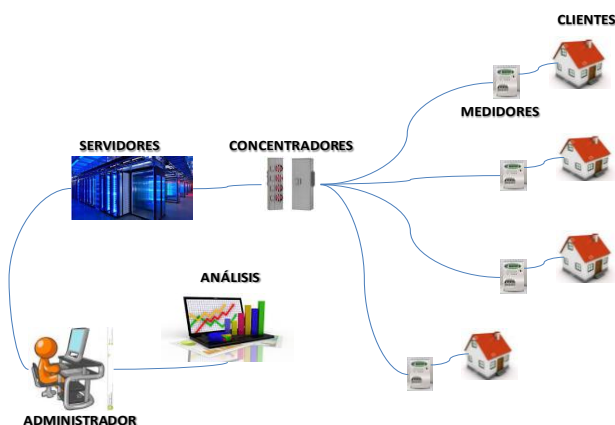
Adicionalmente, con la colaboración de los especialistas de ENEL, se debe instalar y configurar del sistema de gestión remota de los medidores (SMM Web) y realizar el entrenamiento a personal de CODENSA sobre procedimientos técnicos y procesos comerciales a través del SMM Web.

Los medidores fueron elegidos tienen las principales características:

- No contienen partes removibles.
- El error de medida está comprendido entre el +0.5% y el -0.5%.
- Admite numerosos períodos de cobro o facturación
- Puede conectar/desconectar el circuito de alimentación de la vivienda del abonado.
- Permite la telegestión (gestión a distancia).

Adicionalmente, para realizar la recolección de los datos, se complementan los medidores con la instalación de un concentrador de información por zona y la adecuación de una zona de control donde se reciben, almacenan y dispone la información de los consumos de los clientes.

La anterior estructura se puede visualizar de la siguiente manera Gráfica 3:



**Gráfica 3.** Esquema transmisión de información

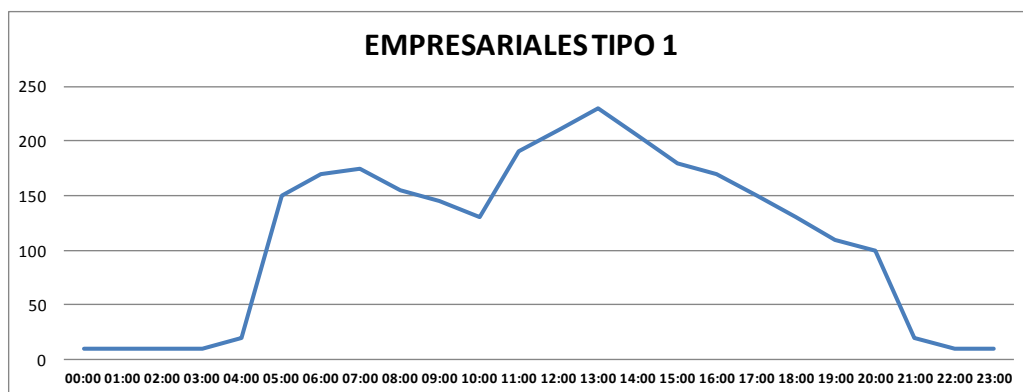
## 2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

De acuerdo a la información recolectada, los objetivos del proyecto y la confiabilidad de la misma, se decidió enfocar los análisis hacia los siguientes frentes:

- ✓ Histórico de consumos por días y horas
- ✓ Consumos por sector o tipo de cliente
- ✓ Valor del consumo por día
- ✓ Valor propuesto por franja horaria

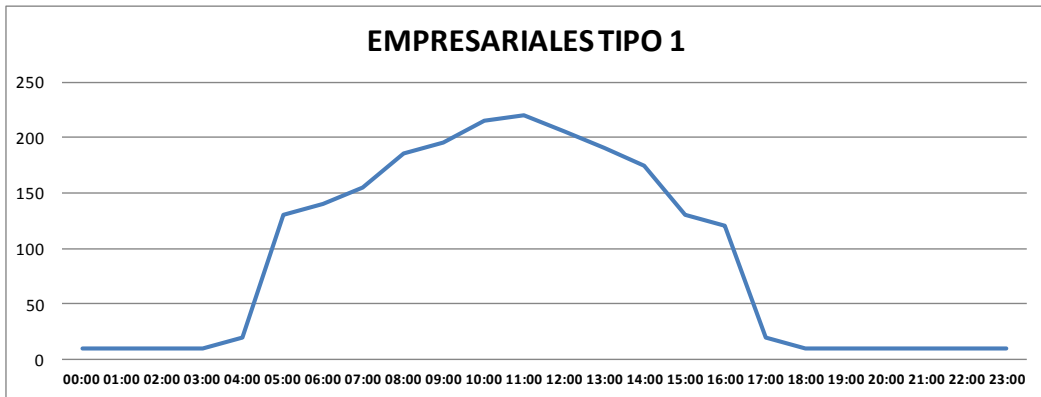
Debido a que se busca homogenizar una demanda de energía que no requiera tener una capacidad instalada con costos altos en su implementación, para suplir una demanda que solo cubre el 8% de la franja horaria [9], se han propuesto incentivos en las horas valle de consumo de energía para que de esta manera los costos de distribución y comercialización disminuyan.

Aunque inicialmente se instalaron 46 medidores inteligentes, para el desarrollo del proyecto se llegaron a instalar 80 medidores con los cuales se recogió la siguiente información:



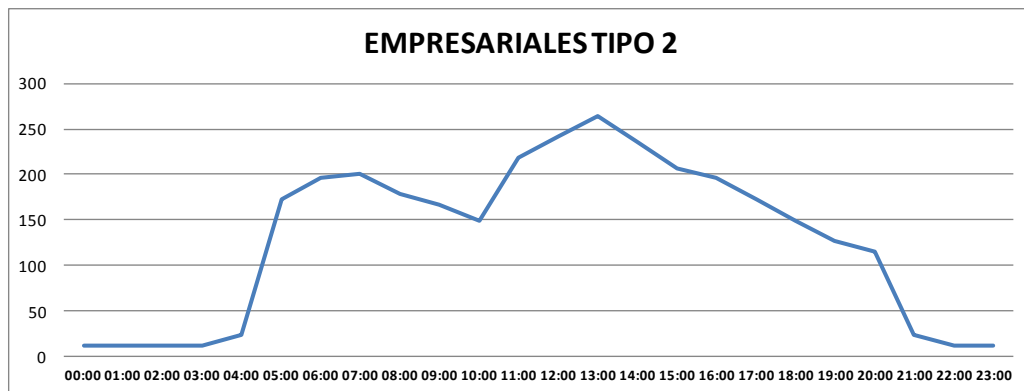
**Gráfica 4.** Comportamiento de consumo de lunes a viernes

Para los clientes empresariales tipo 1, se encontró que los mayores consumos presentan picos alrededor de la 1:00 pm, lo cual indica que esta sería la franja horaria en que los costos del consumo serían los más altos pasando de 400 pesos el kilovatio a 460 pesos el kilovatio para los consumos de lunes a viernes.



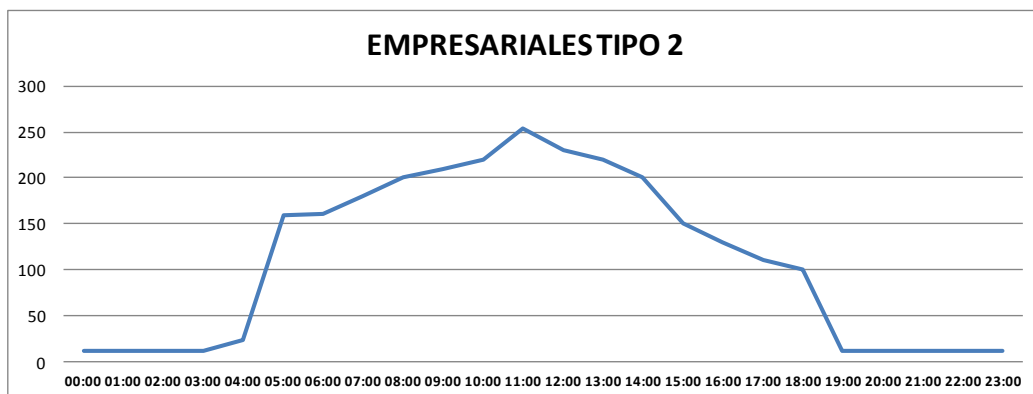
**Gráfica 5.** Comportamiento de consumo días sábado

Para los clientes del mismo tipo 1 (Industriales con sub estación propia), el consumo para los días sábado presenta los picos entre las 10:00 am y las 11:00 am y un consumo promedio de 220 kw.



**Gráfica 6.** Comportamiento de consumo de lunes a viernes

Para los clientes empresariales tipo 2, se encontró que los mayores consumos presentan picos alrededor de la 1:00 pm, lo cual indica que esta sería la franja horaria en que los costos del consumo serían los más altos pasando de 400 pesos el kilovatio a 480 pesos el kilovatio para los consumos de lunes a viernes.



**Gráfica 7.** Comportamiento de consumo días sábado

Para los clientes del mismo tipo 2 (Industriales sin sub estación propia), el consumo para los días sábado presenta los picos a las 11:00 am y un consumo promedio de 252 kw.

Por parte de las pruebas de la gestión de suspensión y reconexión del suministro de energía se encontró que las órdenes se ejecutaron sin tiempos de espera mayores a los 5 segundos, confirmando así la tele gestión de las operaciones y la reducción de las operaciones en terreno.

De esta manera se muestran los resultados a los clientes y se plantean propuestas de mover sus consumos o actividades que generan los consumos 3 horas antes para que de esta manera se acojan a la reducción de costos de operación en un 15% donde en costos promedio pasaría de 30.000.000 pesos a 25.500.000 pesos.

### 3. CONCLUSIONES

- ✓ La implementación de la tecnología de medidores inteligentes genera ahorro en las operaciones en terreno debido a la tele gestión de los equipos de medida, impactando directamente en los objetivos estratégicos de la compañía sobre el EBIDTA
- ✓ La tele gestión confirma la disminución de los riesgos en seguridad de las actividades en terreno y aportando a los objetivos de “Cero Accidentes”
- ✓ La tele gestión permite obtener un mayor seguimiento al consumo de los clientes y de esta manera plantear opciones de consumo de energía que contribuya a la disminución de los costos fijos de la industria.
- ✓ La mejor opción para la disminución de los costos por consumo de KW, a pesar de ser injerencia de la compañía, permite plantear alternativas a las entidades de control sobre el cálculo del precio del KW, mostrando como se eliminan los picos y se aplanan la curva de consumo.
- ✓ Es necesario fortalecer la infraestructura de transmisión de datos a medida que se masifique esta tecnología, con el objetivo de minimizar los entorpecimientos en la transmisión de la información.
- ✓ Las pérdidas de energía pueden disminuir ya que los tiempos de reacción en la corrección de estas anomalías disminuyen mientras se normalizan las prestaciones de los servicios.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Llopis Gloria, (Noviembre 2012). Panorama de los Medidores Inteligentes 2012  
<http://www.google.com.co/url?url=http://www.energetica21.com/noticia/publicado-el-panorama-de-los-medidores-inteligentes-2012&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=tWR2VJLNfYXLsAT40oCQAw&ved=0CBIQFjAA&sig2=qO8AVgO2jAIWwAwFNHfrDg&usg=AFQjCNGQUOq7zY8lqAl5TidiquaUDQyWhA> (febrero de 2013)
- [2] López Sancho Joan Carles (2012) Smart meters en España:  
<http://www.gigahertz.es/files/Contadores-Inteligentes--Irradian-o-espian.pdf>  
(julio 2014)
- [3] COLOMBIA. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Resolución CREG 108. (11, Julio, 1997). Por la cual se señalan criterios generales sobre la protección de los derechos de los usuarios de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible por red física, en relación con la facturación, comercialización y demás asuntos relativos a la relación entre la empresa y el usuario. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1997. no. 43.082. pp. 1–28. (Diciembre 2013)
- [4] Pérez Victoria (2013) Implementación de esta tecnología para disminuir la emisiones de CO2 Trabajo de grado  
<http://www.google.com.co/url?url=http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7244/1/CB-0494731.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=nWd2VNWTKMO1sQTzvYDABA&ved=0CBIQFjAA&sig2=mSP4dxl7u1b618vtjVbdrw&usg=AFQjCNFSxPDFpfYloP2dRWtkZGhCSIDpaQ> (95 páginas)
- [5] COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA LEY 143 DE 1994  
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1aed427ff782911965256751001e9e55/cb63df49e18bff080525785a007a62d8?OpenDocument> . (Diciembre 2013)
- [6] Alvarez Carlos, Serna Francisco (Noviembre 2012) Normatividad sobre redes inteligentes  
[http://www.cidet.org.co/sites/default/files/documentos/uiet/normatividad\\_sobre\\_redes\\_inteligentes.pdf](http://www.cidet.org.co/sites/default/files/documentos/uiet/normatividad_sobre_redes_inteligentes.pdf) (Octubre 2014)
- [7] Ramila Pablo Medición inteligente en Santiago de Chile (2009)  
<http://web.ing.puc.cl/power/paperspdf/RamilaRudnickMI.pdf> (octubre 2014)

**[8]** Memoria Anual Codensa 2013

[http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/CENTRODOCUMENTAL/Informes%20Anuales/memoria\\_codensa\\_web.pdf](http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/CENTRODOCUMENTAL/Informes%20Anuales/memoria_codensa_web.pdf) (enero 2014)

**[9]** GARCÍA, Josefina; MEDINA, Santiago. “Predicción de demanda de energía en Colombia mediante un sistema de inferencia difuso neuronal”  
En: Revista Energética, vol. 33, pp. 15–24, 2005

**[10]** DUQUE, Mauricio; GARCÍA, Antonio; et al. “La medición remota de energía eléctrica: un campo de oportunidades para la industria Colombia.”  
En: Revista de Ingeniería UNIANDES, vol. 7, pp. 37–42, 1996.