

La tarifa horaria en el Ecuador como incentivo de eficiencia energética

Luis Bayas, Marcelo Jaramillo, Eduardo Betancourt y Juan Pablo Reinoso

Departamento de Energía Eléctrica

antonio.bayas@epn.edu.ec

Resumen

En este proyecto de investigación se determina un valor de tarifa horaria de demanda y energía eléctrica para las horas pico del Sistema Eléctrico Ecuatoriano como incentivo de eficiencia energética. Se propone aplicar a un segmento de usuarios residenciales e industriales y se pueda conseguir en el caso de que se implemente en el país, reducir el consumo de energía eléctrica, demanda, generación termoeléctrica ineficiente en las horas pico del sistema y emisiones de gases de efecto invernadero que afectan al cambio climático.

Se parte de una investigación de implementación de tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico en diferentes países de América Latina y España.

Se realiza un estudio de eficiencia energética en dos casos concretos de aplicación, evaluando los resultados alcanzados.

El valor encontrado de tarifa de energía eléctrica en las horas pico del sistema sería de USD 0.177651 por kWh para usuarios residenciales e industriales y el valor de demanda USD 9.2 por kW, para usuarios industriales cuya relación de la demanda en hora pico sobre la demanda máxima sea mayor a 0.9.

Los ahorros de demanda y energía eléctrica en los casos concretos de aplicación al implementar las medidas propuestas alcanzan 36 kW - 34715.97 kWh que representa el 30.64 % y 2500 W - 3337.92 kWh que representa el 52.65 % anuales, respectivamente

La aplicación de la tarifa horaria en estos dos casos implicaría un ahorro económico de USD-anual 34715.97 y 341.07 al implementar las medidas respectivamente.

Palabras claves: Cambio climático, eficiencia energética, tarifa horaria, uso racional de la energía, reducción de la demanda, energía, generación térmica y emisión de gases.

Abstract

This research project determines a value of hourly electricity rate and electric power during peak hour in Ecuadorian Electric System, like incentive for energy efficiency. Intends to apply this to a segment of residential and industrial users, and achieve if applied in the country, a reduction in the electricity consumption, demand, inefficient thermal power generation during peak hours the system and greenhouse emissions that affect to the climate change.

As a starting point, we rely on an investigation through Latin America and Spain about implementation of hourly rate during energy consumption in the peak hours. The study was conducted in two specific cases for energy efficiency, and made the respective analysis of results. The value found in electricity tariff at peak hours the system would be of \$ 0.177651 per kWh for residential and industrial demand and the value of USD 9.2 per kW, for industrial users whose ratio of peak hour demand on peak demand is greater than 0.9.

As a result of saving demand and electricity in these two cases of application of the proposed measures achieve 36 kW - 34715.97 kWh annual, which represents a 30.64 percent and 2500 W - 3337.92 kWh-annual which represents 52.65 percent, respectively.

The application of the hourly rate in these two cases implies a cost savings of USD-anual 34715.97 y 341.07 to implement the measures.

Keywords: Climate change, energy efficiency, hourly rate, rational use of energy, demand reduction, energy, heat generation and emissions.

1 Introducción

El Cambio Climático está afectando a todo el planeta efecto invernadero producido por la contaminación atmosférica, las causas de éstos cambios son consecuencia del

biental, que en el sector eléctrico son producidos especialmente por las centrales térmicas de generación y la producción de aparatos eléctricos ineficientes, los efectos de éste cambio climático nos afectan a todos, producen más inundaciones, más sequías y problemas en la energía, alimentación, salud, escasez de agua. Una de las formas de contribuir y mitigar el cambio climático es a través de la implementación en todo nivel de Eficiencia Energética para disminuir la contaminación ambiental, por medio de la reducción del consumo de demanda y energía eléctrica y de la generación térmica.

El Ecuador a finales del año 2009 y principios del 2010, sufrió una severa crisis en el sector eléctrico en el abastecimiento de la demanda, causado por la sequía extrema y se vio obligado a implementar el parque generador térmico y la importación de energía costosa.

En nuestro país en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano tanto la demanda eléctrica y el consumo de energía eléctrica se incrementan sustancialmente respecto a las demás horas del día. Esto implica que en las horas pico estén en operación centrales térmicas ineficientes, caras y que contaminan el ambiente. Esto constituye ingentes recursos económicos para el país, que se requieren en pocas horas de la noche.

La eficiencia energética es y será uno de los puntos clave del crecimiento de la economía de un país, relacionada de forma directa con sus niveles de productividad. Según la propia Comisión Europea, "... la eficiencia energética debe ser llevada hasta un nuevo nivel con un potencial alcanzable de reducción del 20 %, lo cual conllevará el desarrollo de políticas decididas para mejorar la eficiencia energética a lo largo de todo el sistema productivo desde las fuentes hasta el usuario final . . ." [20]. Paralelamente a esto, se ha tenido cambios de estructuración en los modelos del Sector Eléctrico pero se ha dejado de lado el modo de tarificación, quedándose estancado y sin reformas profundas. Mantenemos un retraso enorme en el modo de facturación pues en otros países ya se ha aplicado la tarifa horaria y estacional hace más de veinte años, nosotros estamos introduciéndola recién y con un plan inicial que no avizora cambios sustanciales.

En América Latina la mayoría de los países tienen una tarifa horaria y estacional en su pliego tarifario. Los países más avanzados son Brasil y México.

En el Brasil [9] se implementó la tarifa horaria hace más de 25 años, en base a la experiencia de Francia.

Esta implementación se lo realizó para conseguir que en las horas pico del Sistema Brasileño se logre un ahorro en demanda, consumo de energía eléctrica y se pueda conseguir un diferimiento de las inversiones y construcción de centrales de generación.

La tarifa horaria en las horas pico se la fijó durante tres horas, en el período de 17 a 22 h, aplicable en cada empresa eléctrica de acuerdo a sus condiciones específicas. Esta tarifa horaria se la aplicó para el sistema industrial, siendo las tarifas para seleccionar entre verde, azul y convencional, las dos primeras consideran valores de demanda y de energía y la tercera valor por energía únicamente.

El resultado logrado fue una reducción del 4 % a nivel de los usuarios industriales.

En México [2] y [3] las Tarifas Horarias se introducen a partir del año de 1992, cuando se busca regular el consumo de electricidad y gestionarlo de una mejor manera.

Actualmente México no tiene déficit energía pero no ha disminuido su interés por que el consumo energético sea cada vez más inteligente y productivo.

En este país se cuenta con 36 tarifas eléctricas para el suministro y venta de energía, las cuales están agrupadas considerando el uso que se le da a la energía, de este modo tenemos tarifas específicas para uso doméstico, agrícola, alumbrado público, bombeo de agua, etc.; y tarifas de uso general las cuales están dirigidas a las industrias en las que además se toma en consideración el nivel de tensión de suministro es decir niveles de baja tensión (tarifa 3), media tensión (tarifa 6) y alta tensión (tarifa 12).

El factor de carga es un parámetro que se añade en la tarifa y su función es la de indicar de qué manera se está usando la energía en esa instalación. Lo que hace es relacionar el consumo de energía en un período de tiempo con la demanda máxima a la que se haya llegado en ese mismo período.

Si un consumidor tiene un factor de carga cercano a uno, significa que su consumo está correctamente distribuido alrededor del período de tiempo medido o de facturación; por el contrario un bajo factor de carga indica un consumo mayor en ciertos momentos del período medido y por ende una demanda superior de energía para el sistema en esas horas.

El horario pico se considera de 20:00 a 22 : 00 h.

En México se implementó la tarifa estacional, obteniéndose buenos resultados de ahorro de demanda y energía.

En base a estas experiencias y otras captadas en varios países se establece como hipótesis lograr reducir la demanda y energía eléctrica en la hora pico del sistema eléctrico ecuatoriano, mediante el uso racional del consumo de energía eléctrica mediante la fijación de una tarifa horaria aplicada a los usuarios residencial, comercial e industrial de mayor consumo de demanda y energía en las horas pico del sistema, que sean un incentivo para el ahorro y racionalización de energía, demanda y generación eléctrica del sistema eléctrico ecuatoriano.

El objetivo general es encontrar un valor de tarifa horaria en las horas pico del Sistema Ecuatoriano que sea un incentivo para disminuir la demanda en la hora pico del sistema eléctrico, en base a criterios técnicos y considerando la información respecto a la experiencia y resultados en otros países. Los objetivos específicos son los siguientes:

- i) Realizar un análisis de la aplicación de tarifas horarias en algunos países de América Latina.
- ii) Encontrar una tarifa horaria aplicable en el Ecuador para los diferentes sectores de consumo eléctrico.

- iii) Identificar la aplicación de la tarifa horaria para los consumidores de alto consumo eléctrico en el país.
- iv) Realizar una evaluación energética del Edificio de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y una residencia de alto consumo de energía eléctrica y proponer proyectos de oportunidades de ahorro energético.
- v) Aplicar la tarifa horaria encontrada a dos casos específicos de aplicación.

2 Material y métodos

2.1 Material

- Microsoft Office EXCEL 2007
- Microsoft Office WORD 2007
- Microsoft Office VISIO 2007
- Microsoft Office POWERPOINT 2007
- Remote Desktop Connection, con [40].
- Sistema de Manejo de Energía de CENACE a través de internet SIMAE.
- Servidor Thin Client CENACE.
- REGISTRADOR DE POTENCIA- 1735 Power Logger - Marca FLUKE.
- MULTIMETRO - Marca FLUKE
- LUXOMETRO - CA811 Lightmeter - Marca AEMC Instruments.
- COOPER Lighting - Diseño de Iluminación
- ROTARY SURVICE - Herramienta de Evaluación y Análisis Estadísticos "Encuestas"
- 1735 Power Logger - Exportador de Datos a PC - Mediciones

2.2 Métodos

Para lograr encontrar la tarifa adecuada que refleje el costo real de generación y que sobretodo promueva un uso inteligente de la energía eléctrica se aplicaron:

- Investigación directa de aplicaciones y resultados en otros países.
- Recopilación de datos oficiales de medición de cambios en el uso de la energía.
- Comparación porcentual de ahorro energético entre cada tarifa y entre países, con distinta manera de aplicación de la tarifación horaria.

Para el procesamiento de valores se usó como herramientas, hojas de cálculo. Se usó EXCEL y se detalla en el proyecto, el proceso entero de qué y cómo se va calculando en cada celda. El archivo de cálculo permite un fácil cambio de valores generales para grupos de datos, como costos fijos para centrales hídricas o costos de transmisión y distribución para observar cambios en el valor final y en los resultados obtenidos.

Metodología de Auditoría Energética - Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos, CIEEPI - MEER, [22], [21].

- Levantamiento de la carga
- Medición.
- Análisis de carga
- Análisis de facturación
- Proyectos de ahorro de energía y demanda

3 Análisis

3.1 Análisis de carga

Existen tres tipos de usuarios con sus características propias; residencial, comercial e industrial.

Para tener una idea real de lo que son los consumos diarios en los grupos a analizar, se observa a continuación las curvas de cargas reales de distintos circuitos primarios en las que predominan un tipo de consumidor como se cita en el porcentaje respectivo. Las curvas pertenecen a circuitos primarios de la Empresa Eléctrica Quito S.A.

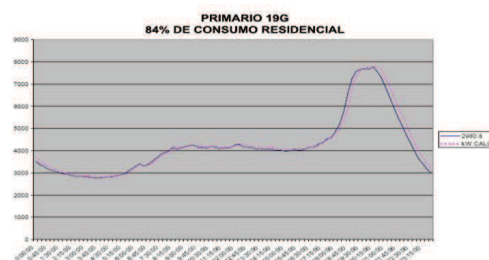


Figura 1. Primario 19G - Empresa Eléctrica Quito S.A.

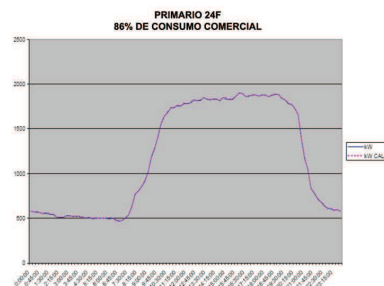


Figura 2. Primario 24F - Empresa Eléctrica Quito S.A.

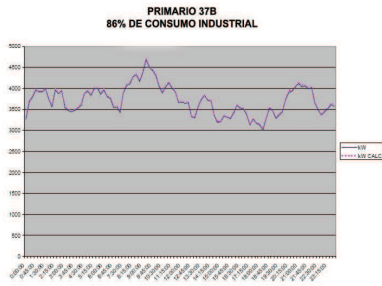


Figura 3. Primario 37B - Empresa Eléctrica Quito S.A.

Estos datos corresponden al mes de marzo de 2010. Se tiene entonces un consumo pico en usuarios residenciales que se incrementa sustancialmente a las 17:30 y culmina a las 23:15. En el sector comercial existe una prominencia iniciada a las 8:15 y que desaparece a las 21:15. En el primario industrial los picos están en la mañana de 7:30 a 11:30 y luego un nuevo incremento desde 19:15 a 21:45, que en varias industrias coincide con la demanda máxima en este horario.

3.2 Análisis de generación

Al ser la electricidad una energía no almacenable a gran escala, el nivel de generación nos da una pauta para entender el comportamiento del consumo. Lo importante en este caso es conocer los niveles de generación en las horas pico como también el importe de la energía térmica en el sistema. En julio de 2010 se procedió a revisar los archivos históricos del CENACE para lo que iba del año, este trabajo arrojó un día de mínimo consumo acaecido el 1 de enero de 2010, un día de demanda máxima el 29 de abril y un consumo promedio de energía para el 24 de abril de 2010. Se consideró además datos del 2009 pero se captó solo los estrictamente necesarios, debido a que 2009 fue un año de sequía lo que obligó incluso a racionamientos eléctricos en varios sectores de la población.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la generación y sus porcentajes de participación hídrica, térmica y de interconexión (exportación), para el día de demanda media representativo.

Como estos días fueron elegidos por el criterio principal de su demanda, es necesario presentar también el porcentaje de la generación hídrica, térmica, exportación y no convencional a lo largo del año 2010.

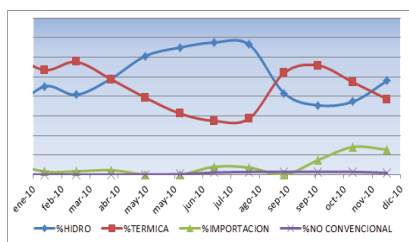


Figura 4. Porcentaje de participación en la Generación en 2010. Fuente: CENACE.

Hora	Demanda Sistema (MW)
1	1781,7
2	1717,46
3	1691,35
4	1679,39
5	1672,35
6	1730,7
7	1622,5
8	1753,9
9	1936,05
10	2078,3
11	2100,3
12	2177,1
13	2146,63
14	2141,7
15	2106,42
16	2052,82
17	2036
18	20,99,45
19	2529,3
20	2527,43
21	2412,12
22	2234,4
23	2041,1
24	1882

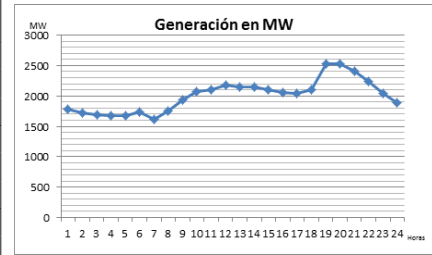


Figura 5. Elaboración propia. Fuente: CENACE.

Composición de la Generación		
	MWh	%
Hídrico	19050.935	39.53
Térmico	28235.375	58.58
Interconexión	909.8475	1.89

Tabla 1. Elaboración propia. Fuente: CENACE.

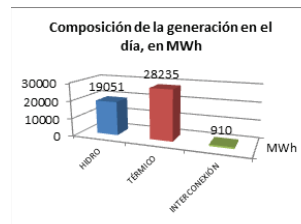


Figura 6. Elaboración propia. Fuente: CENACE.

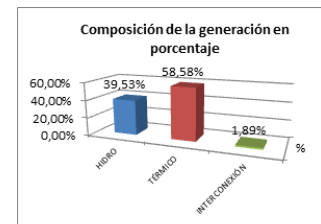


Figura 7. Elaboración propia. Fuente: CENACE.

Es así que la generación hídrica y la térmica tiene sus picos y sus valles, eso depende especialmente de la época lluviosa del año; pero lo que interesa es el fuerte aporte de generación térmica que debe ser disminuido de una manera racional.

3.3 Análisis de tarifas horarias

3.3.1 Análisis de tarifas horarias en otros países

Se realiza un análisis de las tarifas en los siguientes países: Brasil, Cuba, España, México y Argentina para considerar una evaluación de la tarifa horaria y los diferentes criterios que se han implementado, para desplazar demanda y energía en las horas pico del sistema.

Brasil [10]

En el horario de punta del sistema eléctrico, Brasil plantea que no solo se debe considerar la inversión que hay que realizar en generación para unas pocas horas de la tarde y noche, sino también la inversión que representa en las líneas de transmisión y de distribución para las empresas eléctricas en ese horario.

De acuerdo a las diferentes tarifas en el Brasil con tarifa horaria se establece lo siguiente en cuanto a valores de demanda:

Tarifa	Relación punta / fuera de punta
A2	4.35
A3	3.65
A3A	2.99
A4	3.00
BT	5.00

Tabla 2. Tarifas en Brasil con tarifa horaria.

Esto implica un promedio de acuerdo a las diferentes tarifas de **3.8 veces** la relación del costo de la tarifa entre la punta y fuera de la punta.

Cuba [19]

En Cuba se realizó el siguiente cambio en la tarifa eléctrica para el sector residencial.

Anterior	Rango de consumo	Actual
0.3	Mayor de 300	1.30
0.2	De 251 a 300	0.80
0.2	De 201 a 250	0.60
0.2	De 151 a 200	0.40
0.2	De 101 a 150	0.30
0.09	De 0 a 100	0.09
Pesos por kWh		Pesos por kWh

Tabla 3. Tarifa eléctrica en el sector residencial en Cuba.

De este cuadro se desprende que se subió el valor de la tarifa eléctrica para estratos de consumo de energía eléctrica sobre los 300 kWh 4.33 veces más, conservando el mismo precio para los consumidores de menos de 100 kWh.

España [12]

En España se tiene previsto lograr un ahorro del 11 % el año 2012 y llegar al 20 % al año 2020.

La tarificación con discriminación horaria establece los diferentes valores: para una potencia contratada menor o igual a 2 kW, en el horario de valle el valor es de 0.047259 euros y en el horario de punta el valor de la tarifa es de 0.120377 euros, representando una relación de **2.55 veces**, o el descuento del 60.7 % en el horario de valle respecto al de punta. En forma similar se da en los otros tipos de consumidores.

México [2]

En México se establecen tarifas horarias para demanda y energía dependiendo de la región y de la época del año. En la tarificación de energía se establecen tres categorías de horarios, punta, intermedia y base.

Por ejemplo en la Región de Sinaloa se establecen los diferentes relaciones de tarificación:

En la temporada de verano alto, el valor en energía tiene una relación entre la punta y la base de 4.61 veces.

En la temporada de invierno, el valor en energía entre la punta y la base de **3.21 veces**.

En cuanto a los valores de demanda la relación entre una época de verano e invierno es de **1.73 veces**. Con estas relaciones se establece las diferencias para la tarifa eléctrica entre los horarios de punta y base y también dependiendo de la estación y la región en que se encuentren.

Argentina [8]

En la Argentina se establece en la tarificación horaria, tres tipos de segmentos, punta, valle y resto.

Es interesante anotar que en la Argentina se establece un valor unitario de bonificación que se multiplica por la energía ahorrada, dependiendo de los kWh de ahorro.

La bonificación concedida es del 21 % en el horario de punta, el 25 % en el horario de valle y el 54 % en el resto.

3.3.2 Análisis de la tarifa en el Ecuador [13][14]

La tarifa de referencia es obtenida según procesos propios de costos de energía y de potencia, es una tarifa base sobre la que se van incluyendo aspectos económicos y financieros, aspecto de medición y facturación, y aspectos poco más difíciles de regir mediante leyes económicas como aspectos sociales y políticos. El resultado de estas inclusiones es una tarifa objetivo la cual se pretende aplicar.

En los usuarios residencia y comercial actualmente no se establece una tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano. En los usuarios industriales a partir del año 2010, mientras se desarrollaba este proyecto de investigación se implementó la tarifa horaria en las horas pico del sistema; en el siguiente gráfico se muestran los valores establecidos en media tensión.

Para usuarios industriales de media tensión con demanda horaria diferenciada se factura un valor de demanda de USD 4.576 por kW y se establecen tres horarios: el uno de 8 a 18 h, con un valor de USD 0.061 por kWh, otro de 18 a 22 h, que corresponde a la hora pico del sistema, con un valor de 0.075 por kWh de 22 a 8 h, con un valor de USD 0.044 por kWh; que representa una relación entre el horario de punta y el de valle de **1.7 veces** y entre el horario de punta y el intermedio de **1.23 veces**.

La implementación de esta tarifa horaria diferenciada en la hora pico del sistema, por parte del CENACE, justamente avala el propósito del estudio de investigación “La tarifa horaria en el Ecuador como incentivo de Eficiencia Energética”, con el objeto de reducir la demanda y la energía consumida en este horario de punta; sin embargo los valores establecidos se considera que aún no son representativos para constituir un verdadero incentivo de desplazar demanda y energía.

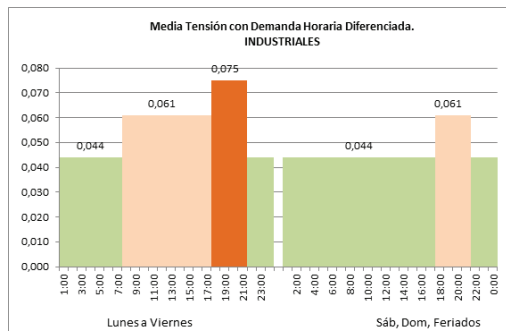


Figura 8. Cargos Tarifarios Únicos MT. Con demanda Horaria Diferenciada. INDUSTRIALES. Fuente: CONELEC.

3.4 Propuesta de tarifa en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano [13]

Para la definición de la tarifa se ha recogido varios criterios e información respecto al costo de producción de la electricidad, de acuerdo al pliego tarifario se tiene el costo que tiene la energía, el cargo por demanda y el cargo por comercialización para todos los casos en los que el pliego tarifario hace una diferenciación horaria en el consumo.

El pago por demanda se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$P_D = C.D \times F.C \times D.F.$$

donde,

- P_D : Pago por demanda
- $C.D$: Costo por demanda
- $F.C$: Factor de Corrección
- $D.F$: Demanda facturable.

Para este estudio se consideró los días representativos dentro de los períodos electos, es de esta manera que luego de elegir los días típicos de demanda baja, media y alta, expuesto anteriormente, se logra tener una definición de los costos de producción en cada hora para esos días.

El costo de generación para la hora pico del sistema se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$C.G.t = \sum C.P.i(C.F.i + C.V.i) \times G_i,$$

donde

- $C.G.t$: Costo de generación
- $C.P$: Costo de producción
- $C.F$: Costo fijo de generación
- $C.V$: Demanda facturable
- G : Energía eléctrica generada
- i : Variable que denota a cada una de las generadoras que participan.

El costo real para la energía se obtiene a partir de Demanda Total, Costo total de Generación, Costo real de Generación, Costos transporte hasta nivel Distribución Primaria, Costos transporte hasta nivel de Distribución Secundaria y Comercialización, Costo final de la energía a Nivel de Distribución Primaria.

Esta tarifa se ha encontrado en base al valor real que cuesta la generación en el período de punta del sistema eléctrico ecuatoriano, se establece un valor para el consumo de energía en la hora pico del sistema en el horario de 18 ha 22 hde USD 0.177651 por kWh, que representaría respecto al valor fijado por el CONELEC de USD 0.075, una relación de **2.37 veces** y respecto al valor fijado en el horario de valle de 22 ha 8 hde 0.044, representaría **4 veces**. La relación de los valores fijados por el CONELEC entre el pico y el valle la relación es de **1.7 veces**.

El objetivo que se pretende es que la demanda del cliente se traslade a otra hora diferente a la del pico del sistema, que sucede en el horario d 18 a 22 h, como se muestra en la Figura 9, que represente un costo de generación menor.

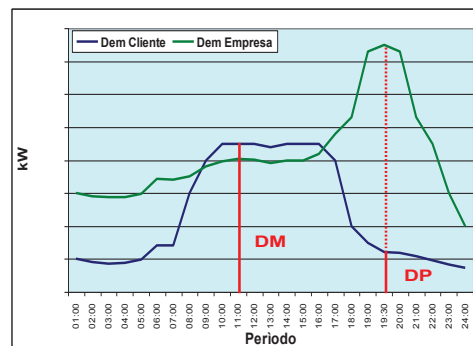


Figura 9. Comparación de la demanda del cliente con la demanda de la empresa.

En el estudio del CONELEC, se planteó el cambio del Factor de Corrección de la siguiente forma:

- a) Para los usuarios cuya relación de la demanda en hora pico (DP) y de demanda máxima (DM) se encuentra en el rango de 0.6 a 0.9, se establece:

La fórmula de cálculo del factor de corrección para la facturación de demanda por la siguiente expresión:

$$FC = A \cdot \left(\frac{DP}{DM} \right) + (1 - A) \cdot \left(\frac{DP}{DM} \right)^2,$$

donde

$$A = 0,5833.$$

Esto implica que la relación del factor de corrección no sea de tipo lineal, sino más bien tome un comportamiento cuadrático en los rangos de valores antes indicados.

- b) Para aquellos usuarios cuya relación de la Demanda en hora pico (DP) y de Demanda máxima (DM) se encuentra en el rango mayor a 0.9 y menor o igual 1, se propone:

$$FC = 1.20$$

En el siguiente gráfico se presenta la variación en el cálculo del factor de corrección.

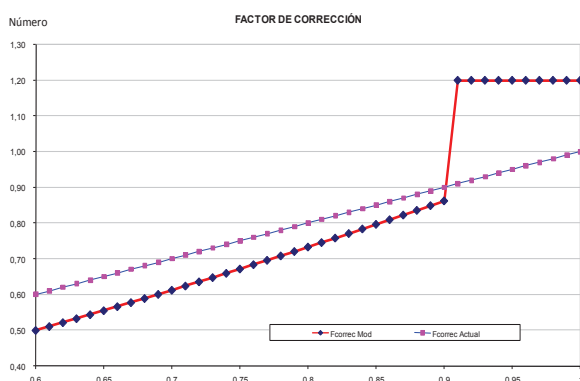


Figura 10. Valores actuales y valores nuevos propuestos para el FC.

En el estudio del CONELEC, se realiza un análisis para industriales con factores de carga bajo 0.75 que se pretende desplacen su curva de carga y su demanda máxima fuera del horario de punta del sistema.

Con la propuesta realizada por el CONELEC, se estiman reducciones del orden del 14% por el desplazamiento de las curvas de carga en los usuarios industriales.

Se realiza un análisis para determinar cuál podría ser un valor estimado de potencia que se podría considerar para aplicar en la tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano.

Se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Se considera el valor de construcción de los principales proyectos hidroeléctricos y térmicos de la actual administración, a fin de definir un valor razonable de potencia.

Se consideró calcular un valor para las centrales hidráulicas y para las centrales térmicas en forma separada.

Se obtuvo el valor de construcción de los últimos proyectos, determinando que el promedio de inversión para construcción es de \$/KW 1.703,90 para las Centrales Hidroeléctricas y \$/kW1213,40 para las Centrales Térmicas, en moneda constante y sin considerar intereses.

A este costo de inversión se consideró adicionalmente los valores de desarrollo del proyecto, tanto Ingeniería

como Fiscalización) y, para el caso de Centrales Hidráulica un valor adicional por imprevistos de construcción.

Se consideró un período de vida útil de 50 años para las Centrales Hidráulicas y de 25 años para las Centrales Térmicas.

El costo de interés fue estimado en 7%, que sería el promedio entre el valor que se paga actualmente por los créditos externos, en promedio, con el valor de capital del aporte local.

Con estas consideraciones se realizó el análisis para el sector público, esto implica sin considerar utilidades y sin pago de utilidades a los trabajadores.

Como resultado de este análisis se determinó que el valor de costo por central de generación por kilovatio sería de:

$$\text{Central Hidráulica: } 1703,8 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = \$2.068/\text{kW}$$

El Factor de recuperación anual de Capital de este valor, al 7% por 50 años es de 0,08582068, igual a USD 177,50/kWpor año, para un valor mensual de 12,49 \$/kW-mes.

Para el caso de las Centrales Térmicas, los valores correspondientes son de \$1.334,7/kW · 1,1; sin incluir imprevistos. Los valores anuales y mensuales para 7% de interés y 25 años son de US\$/kW 111,3 anual y 9,27 por mes.

Considerando que el valor de referencia debería ser el ponderado de acuerdo a la generación y, tomando en cuenta el desarrollo hidroeléctrico, este podría representar el 60% del total, por tanto el valor de la potencia podría ser: $VP \text{ en } \$/\text{kW} - \text{mes} = 0,6 \cdot 12,29 + 0,4 \cdot 9,27 = 11,08$.

En base a los análisis de tarifas horarias en otros países y al análisis del valor determinado anteriormente se propone que para el valor de demanda facturable en los usuarios industriales, se considere que los usuarios que tengan una relación de demanda en el pico sobre demanda máxima, en un rango de 0.9 a 1, se considere **un factor de corrección de por lo menos igual a 2**. Existe la base legal para la implementación de tarifas horaria, ya que en el reglamento de tarifas se dispone, que las tarifas horarias consideren valores para los tres diferentes horarios de comportamiento de la demanda durante el día, para demanda base, media y de punta. Considerando que en el horario de punta es cuando se presenta, la mayor demanda de potencia en el SNI y por lo tanto se requiere la mayor parte de generación térmica, y es la mayor inversión para el país en el sistema de generación eléctrica, sistema de transmisión y de distribución eléctrica, es totalmente justificable y razonable que los precios de la demanda y del consumo de energía eléctrica a los consumidores reflejen adecuadamente el comportamiento de todos los costos involucrados en cada horario y además en cada época del año.

3.5 Aplicación de la tarifa horaria y posibles resultados

3.5.1 Aplicación de la tarifa en tipos de usuarios

El criterio de esta investigación y desarrollo de este proyecto busca plantear también la tarifa horaria obligatoria desde un rango apropiado de consumo; por tal motivo a la división de clientes con tarificación horaria planteada por el CONELEC se aumentará un sector extra sobre un nivel de 400 kWh-mes.

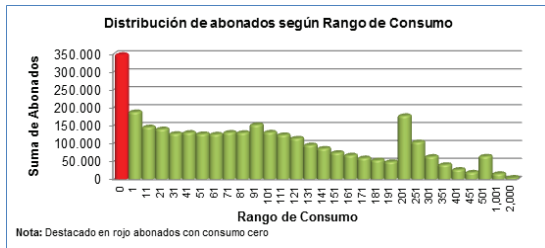


Figura 11. Fuente: CENACE.

De la Figura 11 se puede observar la distribución de los abonados según el rango de consumo, para centrar el rango de interés se puede resumir según la tabla a continuación.

Rango de consumo en kWh	Número de abonados	Porcentaje en relación al total de abonados	Consumo en kWh	Porcentaje en relación al consumo total
191	49603	1.58 %	9669,904	2.52 %
201	178178	5.68 %	9694,766	2.52 %
251	104678	3.34 %	39712,027	10.33 %
301	4229	2.05 %	28583,533	7.44 %
351	41367	1.32 %	20753,054	5.40 %
401	27857	0.89 %	15431,686	4.02 %
451	20145	0.64 %	11780,115	3.07 %
501	64818	2.07 %	9529,336	2.48 %
1,001	6275	0.52 %	42618,575	11.09 %
2,000	122	0.16 %	21275,121	5.54 %

Tabla 4. Elaboración propia. Fuente CONELEC.

La selección del grupo a aplicarse está resaltada en naranja, corresponde a los abonados que sobrepasan los 400 kWh-mes, este grupo suma entre ellos el 4.28 % del total de abonados, son 134217 clientes que consumen

100634,833 kW-mes y corresponde el 26.19 % del consumo total.

A continuación se presenta un gráfico que representa el número de abonados en el Ecuador de acuerdo al tipo de abonado.

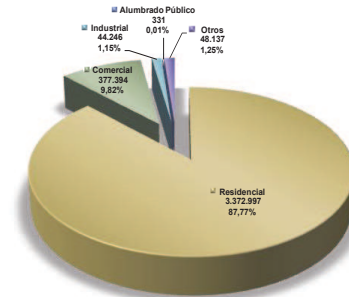


Figura 12. Número de Clientes por grupo de consumo.

El número de abonados industriales registrados en el Ecuador es de 44.246 clientes, de un total de 3.843.105, que representa el 1.15 % del total de abonados.

En el siguiente gráfico se presenta los consumos de energía eléctrica facturada por las distribuidoras de acuerdo al tipo de usuario, en el primer semestre del año 2010.

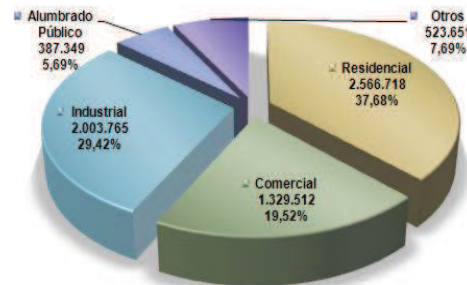


Figura 13. Facturación de energía por grupo de consumo (MWh).

Los clientes industriales en el Ecuador representan un consumo de energía eléctrica del 29.42 % del consumo total de energía eléctrica, que representa sobre los 4000 GWh.

Esto implica que los usuarios industriales, que siendo un número pequeño de abonados, representan un consumo significativo de consumo de energía eléctrica y de demanda.

En base a esto se propone que la tarifa horaria en las horas pico del sistema, se implemente en todos los usuarios industriales, que tienen un gran consumo de energía eléctrica.

3.6 Estudio de eficiencia energética en dos casos de aplicación

Los dos casos de aplicación de un estudio de eficiencia energética están enfocados al sector educativo y residencial, específicamente al Edificio antiguo de la Facultad de Ingeniería Eléctrica - Escuela Politécnica Nacional y a una residencia de consumo superior a los 400 kWh, respectivamente.

Se presenta a continuación la curva de carga diaria del edificio.



Figura 14. Curva de carga diaria para el mes en estudio del edificio.

En el comportamiento de la curva de carga se puede evidenciar que los dos picos de demanda representativos están en los horarios de 11h00 - 12h00 y a partir de las 17h00 respectivamente.

El incremento de potencia en estos horarios se debe a que hay una simultaneidad de encendido de equipos eléctricos tales como motores, computadores en los laboratorios y oficinas así como también el encendido innecesario de luminarias, además de actividades que aparentemente no requieren de gran consumo de energía pero que al multiplicarse si representan un incremento en estos picos (uso de impresoras, copiadoras). Adicionalmente se puede ver que se tiene un valle por un corto periodo de tiempo de aproximadamente una media hora, el mismo que es la consecuencia del horario de almuerzo que tienen el personal y estudiantes del edificio.

Se proponen las siguientes medidas de ahorro de energía y de acuerdo a esta prioridad

1. Administrativas
2. Rediseño de iluminación
3. Optimización del sistema de datos y comunicaciones
4. Sustitución de motores eléctricos.

Al aplicarse las medidas de ahorro de energía administrativas y tecnológicas propuestas los resultados en ahorro de energía y económico que se obtendrían son alrededor del 30 %, este ahorro se vería reflejado en la reducción del pago de la planilla del consumo eléctrico; los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Consumo y ahorro de energía al aplicarse medidas de ahorro propuestas				
	Actual	Propuesto	Ahorro	Ahorro [%]
kWh-día	564.04	390.46	173.58	30.77
kWh-mes	11280.87	7809.28	3471.60	30.77
kWh-año	112808.74	78092.77	34715.97	30.77
Total USD-día	28.71	19.92	8.80	30.64
Total USD-mes	574.28	398.33	175.95	30.64
Total USD-anual	5742.78	3983.28	1759.51	30.64

Tabla 5. Consumo y ahorro totales de energía y económicos al aplicarse todas las medidas de ahorro de energías planteadas.

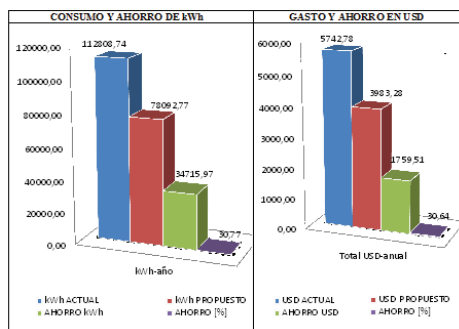


Figura 15. Consumo y Ahorro totales de energía y económico que se obtendría al aplicarse todas las medidas de ahorro planteadas.

En la Figura 16, se presenta la curva de carga diaria de la residencia. El comportamiento de la curva de carga en la residencia, presenta una serie de picos representativos entre los horarios de 7 am a 10 am y 7 pm a 10 pm, este último ubicándose en las horas pico del sistema. Estos exagerados incrementos de demanda son consecuencia del uso de duchas eléctricas por largos periodos de tiempo, encendido de electrodomésticos ineficientes, simultaneidad de encendido innecesario de focos y computadores y otras que son costumbres de un mal uso de la energía (dejar encendidas las lámparas en lugares desocupados).

De igual forma que en el estudio anterior, se priorizará las medidas de ahorro de energía que no implican inversiones y seguidamente las que implican gastos.



Figura 16. Curva de carga diaria de la residencia.

El comportamiento de la curva de carga en la residencia, presenta una serie de picos representativos entre los horarios de 7 am a 10 am y 7 pm a 10 pm, este último ubicándose en las horas pico del sistema. Estos exagerados incrementos de demanda son consecuencia del uso de duchas eléctricas por largos periodos de tiempo, encendido de electrodomésticos ineficientes, simultanei-

dad de encendido innecesario de focos y computadores y otras que son costumbres de un mal uso de la energía (dejar encendidas las lámparas en lugares desocupados). De igual forma que en el estudio anterior, se priorizará las medidas de ahorro de energía que no implican inversiones y seguidamente las que implican gastos. Con este criterio se ha priorizado las medidas con la siguiente ubicación:

Medida	Ubicación
Medidas Administrativas	1
Sustitución de Luminarias	2
Sustitución de Artefactos Eléctricos	3

Tabla 6. Priorización de las medidas de ahorro de energía propuestas.

Los ahorros totales que se tendrían al aplicarse todas las medidas de ahorro propuesta se indican en la Tabla 7 y en la Figura 17.

Consumo y ahorro de energía al aplicar medidas de ahorro propuestas				
	Actual	Propuesto	Ahorro	Ahorro [%]
kWh-día	8.34	17.61	9.27	52.65
kWh-mes	250.14	528.30	278.16	52.65
kWh-año	3001.64	6339.56	3337.92	52.65
Total USD-día	0.74	1.57	0.83	52.65
Total USD-mes	22.26	47.02	24.76	52.65
Total USD-anual	267.15	564.22	297.07	52.65

Tabla 7. Consumo y ahorro de energía al aplicarse todas las medidas de ahorro.

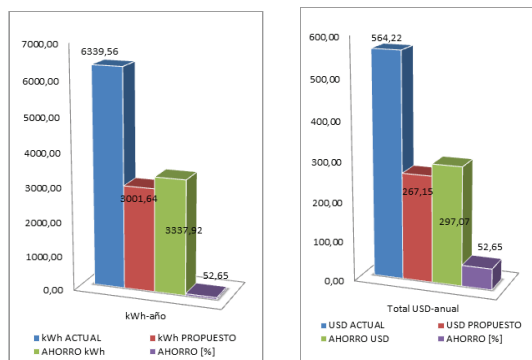


Figura 17. Consumo y ahorro de energía y económico que anualmente se tendrían al aplicarse todas las medidas de ahorro propuestas.

3.7 Aplicación de la tarifa horaria en dos casos de aplicación

A continuación se presentan las curvas de carga del Edificio en condiciones actuales y en condiciones de eficien-

cia energética, es decir la segunda aplicando las medidas de ahorro de energía administrativas como tecnológicas propuestas.

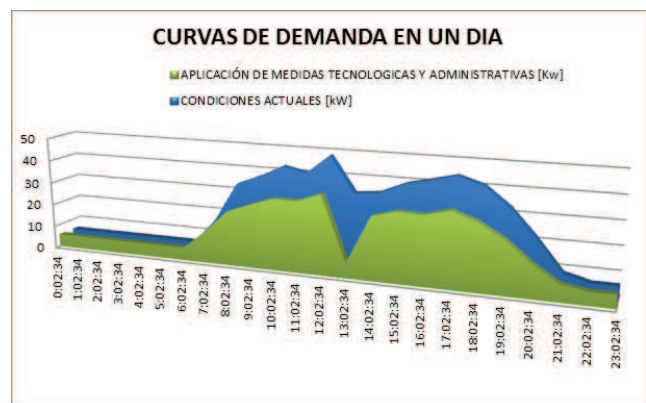


Figura 18. Curvas de carga en un día del Edificio Antiguo Facultad Eléctrica.

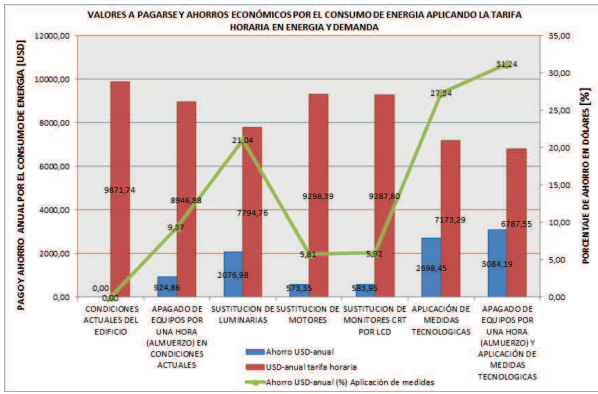


Figura 19. Valores a pagarse y ahorro económico por el consumo de energía aplicando tarifa horaria en energía y demanda.

- El consumo de energía en un año en las condiciones actuales del edificio es aproximadamente de 112808.74 [kWh], que corresponde a 6950.98 [USD]. Cabe recordar que la tarifa aplicada para el pago por el consumo de energía y por demanda corresponde a la tarifa vigente, según el pliego tarifario.
- Aplicando la tarifa horaria propuesta, el consumo de energía sería los mismos 112808.74 [kWh] en un año aproximadamente, en las condiciones actuales del edificio; pero su correspondiente valor a pagarse sería de 9871.74 [USD] incluido en este valor el costo por demanda.
- La relación que existe en el valor a pagarse anualmente por el consumo de energía entre la tarifa vigente y la propuesta es aproximadamente de 1.5 veces es decir que aproximadamente es un 30% de incremento en el valor por cargos los mismos kWh consumidos en un año.
- Al aplicarse todas las medidas de ahorro de energía en el edificio y tomando en cuenta la tarifa actual para su respectivo cargo, el consumo de energía anual sería aproximadamente 78092.77 [kWh], que corresponde a un pago de 4756.24 [USD], obteniéndose un ahorro de 2194.75 [USD] anuales que es aproximadamente un 31.57%.
- En las mismas condiciones de ahorro de energía mencionadas en el análisis anterior y con la diferencia que en este análisis se aplicará la tarifa horaria, el subtotal del servicio eléctrico en un año sería: 6787.55 [USD] que corresponde a un ahorro de: 3084.19 [USD] que es un 31.24% aproximadamente.

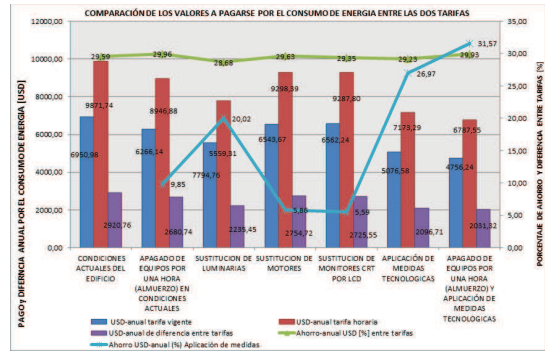


Figura 20. Comparación de resultados económicos entre tarifas.

En la siguiente tabla se hace una aplicación de los incentivos al valor de la tarifa horaria que se plantea en el proyecto:

Consumo y ahorro de energía al aplicar medidas de ahorro propuestas			
Rango de porcentaje	Incentivo		
	USD/kWh (07h - 18h)	USD/kWh (18h - 22h)	USD/kWh (22h - 07h)
0 - 5 %	0.052	0.160	0.042
6 - 10 %	0.052	0.151	0.042
11 - 20 %	0.052	0.133	0.042
21 - 30 %	0.052	0.115	0.042
31 % y más	0.052	0.089	0.042

Tabla 8. Aplicación de incentivos al valor de la tarifa horaria por el ahorro de energía.

Medidas de ahorro de energía	kWh - año	Ahorro kWh - año	Ahorro kWh - año [%]
Condiciones actuales del edificio	112808.74	0.00	0.00
Medidas administrativas	102776.18	10032.56	8.89
Sustitución de luminarias	92403.67	20405.07	18.09
Sustitución de motores	106904.37	5904.37	5.23
Sustitución de monitores crt por LCD	108279.53	4529.21	4.01
Medidas tecnológicas	83725.26	29083.48	25.78
Aplicación de todas medidas ahorro	78092.77	34715.97	30.77

Tabla 9. Ahorros de energía en kWh y porcentaje generados por la aplicación de medidas de ahorro.

3.8 Aplicación de la tarifa horaria - residencia

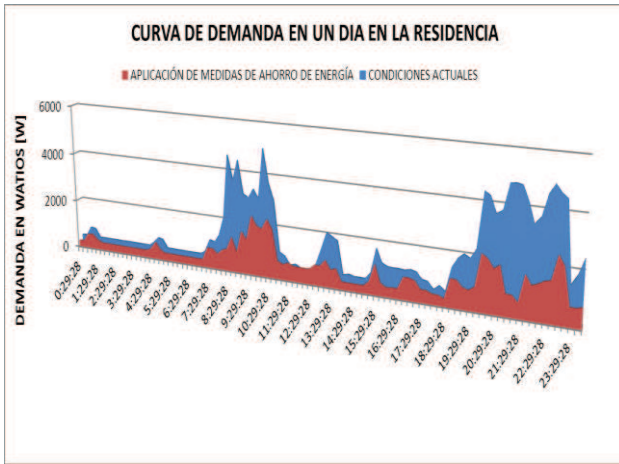


Figura 21. Curva de demanda–día, de la residencia en condiciones actuales y con aplicación de medidas de ahorro propuestas.

A continuación se muestra la variación que sufre la curva de demanda si se traslada las actividades realizadas en la hora pico que implican un gran consumo de energía a otro horario que no sea el de la hora pico. Ya que con este traslado de horario se puede reducir el impacto de la tarifa horaria en la planilla de consumo del servicio eléctrico.



Figura 22. Curva de demanda en un día en la residencia si se traslada las actividades realizadas en la hora pico a otro horario.

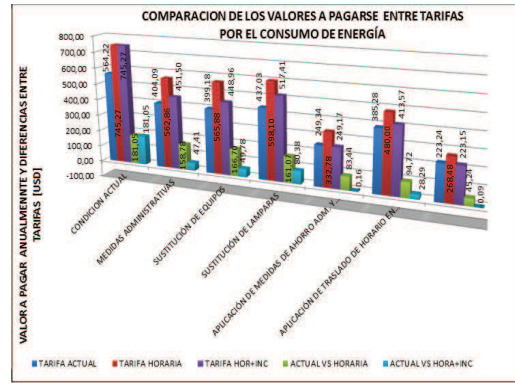


Figura 23. Comparación de los resultados en orden económico obtenidos con el análisis de las diferentes tarifas.

3.9 Criterios de aceptación de la tarifa horaria

Para el desarrollo de esta parte del proyecto se aplicó la herramienta estadística de la encuesta a un grupo del sector de la población universitaria, específicamente a estudiantes y profesores, la misma que se desarrolló en los predios de la Escuela Politécnica Nacional.

Se ha escogido este grupo de la población en vista de que por una parte, la mayoría de encuestados conocen o saben de los parámetros eléctricos a cuestionarse y por otra son el ente más sensible al cambio de costumbres para un uso racional y eficiente del recurso energético en la institución y sus hogares principalmente.

Los objetivos de la encuesta fueron:

- Motivar en los encuestados una cultura de ahorro y uso racional de la energía con el afán de mitigar el cambio climático y mejorar el ambiente.
- Conocer la opinión de la aplicación de la Tarifa Horaria en las horas pico.
- Conocerla predisposición que tiene el encuestado en cambiar sus costumbres en el consumo de energía con el propósito de ahorrar este recurso, pagar menos en su factura eléctrica y contribuir al ambiente.

3.9.1 Análisis de resultado

1. Estaría usted de acuerdo que en la hora pico del sistema de 18h a 22h, periodo en el cual funcionan la mayoría de las centrales térmicas, que contaminan el ambiente y que representan pérdidas para el país; se aplique un incremento en el valor de la tarifa, para los usuarios de alto consumo de energía eléctrica; con el propósito de reducir la demanda y la energía eléctrica.

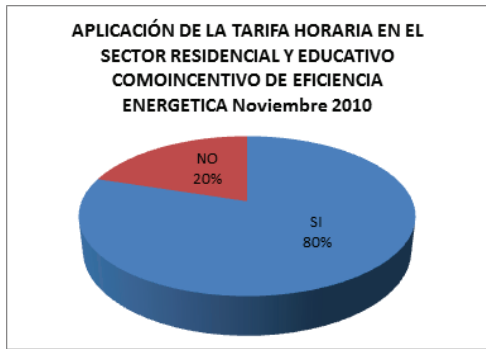


Figura 24. Resultados obtenidos en la encuesta referente a la quinta pregunta.

- ¿Podría usted trasladar a otro horario, fuera de las horas pico del sistema de 18h a 22h, las actividades como el uso de la plancha, ducha eléctrica, tanque eléctrico, cafetera eléctrica, lavadora, secadora, secador de pelo, que no son indispensables en este horario?.

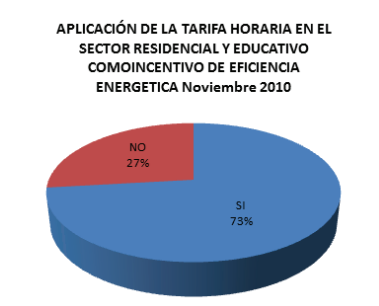


Figura 25. Resultados obtenidos en la encuesta referente a la sexta pregunta.

3.10 Resultados de eficiencia energética en América Latina y España

3.10.1 BRASIL [15][16]

En el Brasil, hace más de 25 años se han emprendido programas de Eficiencia Energética, ELETROBRAS, ejecuta el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica a través de PROCEL, creado en 1985, garantizando la infraestructura y las inversiones necesarias para contribuir con el desarrollo sustentable del país, en cuanto a Eficiencia Energética.

En el año de 1993 se creó el sello PROCEL, para eficiencia energética que es el responsable de gran parte de los resultados de ahorro de energía eléctrica.

En el año 2000 el PROCELRELUZ, ayudó al Brasil a sustituir más de dos millones de luminarias públicas por eficientes.

En el año 2009 se creó el Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial, INMETRO, para crear y aprobar reglamentos para etiquetaje de edificios comerciales, públicos y servicios como parte del Programa Brasileño de etiquetaje - PBE.

Desde el lanzamiento del PROCEL se ha ahorrado 38 mil GWh de energía eléctrica, lo que corresponde al 10% del consumo residencial de 2009. La relación costo beneficio de los proyectos ejecutados ha sido de 24: 1.

A continuación se presenta un gráfico de ahorros de energía eléctrica, demanda y la central de generación equivalente sustituida, conseguidos entre los años 2005 a 2009.

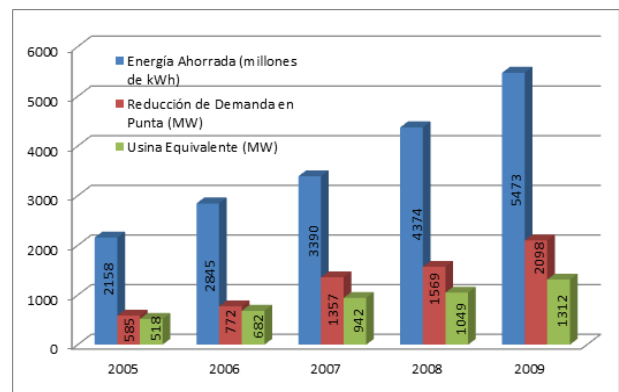


Figura 26. Resultados Energéticos Alcanzados en los últimos 5 años [16].

3.10.2 México [19]

Este país, dentro del contexto de América Latina y el Caribe, es uno de los países con mayor desarrollo en el área de Eficiencia Energética, tanto en legislación, instituciones, tiempo, incentivos y tecnología. Las instituciones de Eficiencia Energética en México son las siguientes:

- CONUEE Consejo Nacional para el Uso Eficiente de Energía
- CONAE Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
- FIDE Fideicomiso para el ahorro de Energía

El FIDE ahorró 16.363 GWh entre los años 1998 y marzo del 2009 [19].

Se evitó una demanda de 1821 kW.

Con la implementación de horario de verano en México en el año 2008 se consiguió un ahorro en energía eléctrica de 1100 GWh y un ahorro en demanda de 850 MW.

En el año 2006, se consiguió un ahorro del consumo de energía eléctrica equivalente al 8.2%.

Las acciones de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica, financiadas por el FIDE de enero a agosto del 2010, permitieron obtener ahorros por 435,69 GWh, en consumo. Se evitó un consumo de 777.872,21 barriles de petróleo equivalente y la emisión de 290.783,86 toneladas de

bióxido de carbono, cuya reducción apoya a eliminar el efecto de calentamiento global del Planeta.

En forma acumulada de 1990 a agosto del 2010, se consiguió un ahorro del 17.704,1 GWh en consumo, sin incluir el horario de verano.

Con la implementación del horario de verano en el año 2009 se tuvo ahorro de 1.311 GWh de consumo de energía eléctrica y 922 MW de demanda.

3.11 Posibles resultados de eficiencia energética en el Ecuador

3.11.1 Medidas adoptadas

[21]

En el Ecuador se están implementando varias medidas de ahorro de energía eléctrica, que se describen a continuación:

Medidas a corto plazo:

1. Cocinas de Inducción en la Provincia del Carchi
2. Campaña de Eficiencia Energética en Edificios Públicos
3. Sustitución de Focos Ahorradores Fase III
4. Campaña masiva de USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA
5. Renovación de Refrigeradoras Ineficientes
6. Mejoramiento de Alumbrado Público en CNEL
7. Instalación masiva de Calentadores Solares de Agua
8. Tarifas con señales de Eficiencia Energética

Medidas a mediano plazo:

1. Fábrica de CALENTADORES SOLARES DE AGUA
2. Instituto de Eficiencia Energética y Energía Renovable
3. Alumbrado Público a Nivel Nacional
4. Renovación de Aires Acondicionados Ineficientes

Se implementará tarifas con señales de eficiencia energética a nivel residencial e industrial.

- A nivel residencial se plantea un esquema tarifario, para subir la tarifa a partir de los 300 kWh de consumo de energía eléctrica, con un valor de c USD 9.1 por kWh, en este estrato, hasta un estrato superior a los 2000 kWh, con un valor de c USD 18 por kWh. Que representa una relación de 1.98 veces, el mayor consumidor de energía respecto al menor consumidor.

- A nivel industrial considerando una tarifa horaria en el valle, intermedio y horas pico, que se implementó en el año 2010, como se ha analizado en el capítulo anterior.

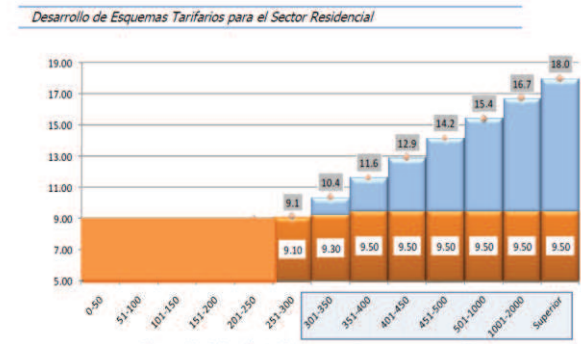


Figura 27. Desarrollo de esquemas tarifarios para el sector residencial.

A continuación se presenta un gráfico sobre resultados esperados para el año 2011, de las medidas de ahorro de energía eléctrica que se están implementando.

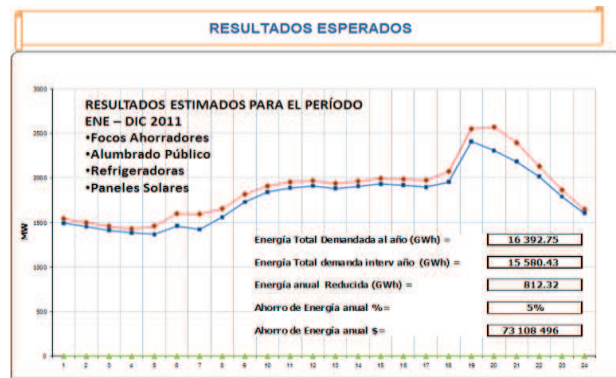


Figura 28. Resultados Esperados.

En vista de que generalmente se implementan varias medidas de eficiencia energética simultáneamente para conseguir ahorro de energía eléctrica y demanda, la determinación de ahorros se puede realizar en forma global.

A continuación se presenta una tabla en el que se presentan diferentes porcentajes de ahorro de demanda y energía eléctrica, que se podría conseguir en el Ecuador al implementando diferentes medidas de eficiencia energética, incluida la tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano, que se hace necesario y urgente implementarlas.

POSIBLES RESULTADOS DE AHORRO DE ENERGÍA Y DEMANDA EN EL ECUADOR							
APLICACIÓN A TODOS LOS USUARIOS INDUSTRIALES Y RESIDENCIALES A PARTIR DE 400 KWH							
ITEM	PORCENTAJE AHORRO	AHORRO	AHORRO	AHORRO	AHORRO	AHORRO	
		ENERGÍA RESIDENCIAL KWh	DINERO RESIDENCIAL USD	ENERGÍA INDUSTRIAL KWh	DINERO INDUSTRIAL USD	CO2 TON	DEMANDA kW
1	1,00%	1.006.348,33	90.571,35	51.334.360,00	2.566.718,00	88.979,20	28,00
2	2,00%	2.012.696,66	181.142,70	102.668.720,00	5.133.436,00	177.958,41	56,00
3	3,00%	3.019.044,99	271.714,05	154.003.080,00	7.700.154,00	266.937,61	84,00
4	4,00%	4.025.393,32	362.285,40	205.337.440,00	10.266.872,00	355.916,82	112,00
5	5,00%	5.031.741,65	452.856,75	256.671.800,00	12.833.590,00	444.896,02	140,00
6	6,00%	6.038.089,98	543.428,10	308.006.160,00	15.400.308,00	533.875,22	168,00
7	7,00%	7.044.438,31	633.999,45	359.340.520,00	17.967.026,00	622.854,43	196,00
8	8,00%	8.050.786,64	724.570,80	410.674.880,00	20.533.744,00	711.833,63	224,00
9	9,00%	9.057.134,97	815.142,15	462.009.240,00	23.100.462,00	800.812,84	252,00
10	10,00%	10.063.483,30	905.713,50	513.343.600,00	25.667.180,00	889.792,04	280,00
		CONSUMO ANUAL RESIDENCIAL KWh	TARIFA RESIDENCIAL c USD	CONSUMO ANUAL INDUSTRIAL KWh	TARIFA INDUSTRIAL c USD	EQUIVALENTE CO2 T	DEMANDA NACIONAL MW
		100.634.833,00	0,09	5.133.436.000,00	0,05	1.70E-03	2.800,00

Figura 29. Posibles resultados de ahorro de energía y demanda en el Ecuador - Aplicación a todos los usuarios industriales y residenciales a partir de 400 kWh.

4 Conclusiones

1. La implementación de una tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano, es un mecanismo válido para incentivar la Eficiencia Energética y lograr la disminución de la demanda y consumo de energía eléctrica en el período de máxima demanda y conseguir la reducción de la generación de centrales térmicas ineficientes, costosas y que contaminan el ambiente, tal como se ha comprobado en diferentes países de América Latina y Europa principalmente.
2. Se determina que el valor de tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano, en base a costos reales de generación en el período de punta sea de USD 0.177651 para consumo de energía y que adicionalmente para el costo por demanda en usuarios industriales, que tienen una relación de demanda en el pico sobre la demanda máxima entre 0.9 y 1, se aplique un factor de corrección de por lo menos igual a 2.
3. El tema del proyecto de investigación semilla “La tarifa horaria en el Ecuador como incentivo de Eficiencia Energética”, ha sido acogido por el Consejo Nacional de Electrificación del Ecuador (CONELEC), quien es el encargado de fijar las tarifas eléctricas en el Ecuador. Es así, que mientras se desarrollaba este proyecto, el CONELEC ya implementó la tarifa horaria en el Ecuador, en las horas pico del sistema, aunque con valores menores a los encontrados.
4. Se determina que se implemente la tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano para consumidores residenciales, cuyo consumo

de energía eléctrica sea superior a 400 kWh, que representan el 4.28 % del total de abonados residenciales y el 26.19 % del consumo de energía eléctrica residencial.

5. Se determina también que se implemente la tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano para todos los consumidores industriales con demanda, que representan el 1.15 % del total de abonados del país y el 29.42 % del total de consumo de energía eléctrica del Ecuador.
6. En el período de punta del sistema eléctrico ecuatoriano, la demanda se incrementa aproximadamente la tercera parte, respecto a la demanda registrada en el período fuera de punta; lo que es significativo e involucra una mayor inversión en generación, transmisión y distribución para cubrir este incremento de demanda. En cuanto a la energía consumida en el sector residencial el consumo en el período de punta del sistema, se incrementa al doble respecto al período fuera de punta.
7. La generación en el período de punta del sistema implica que en este horario funcionen centrales térmicas ineficientes y costosas y que se haya llegado a importar energía a precios altos.
8. En la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional, aplicando varias medidas de ahorro de energía eléctrica es posible conseguir una reducción de la demanda en 36 kW y una reducción de consumo de energía eléctrica en 34715.97 kWh anual, que representa el 30.64 %.
9. En una residencia de consumo de energía eléctrica mensual sobre los 400 kWh, aplicando varias medidas de ahorro de energía eléctrica es posible conseguir una reducción de la demanda en 2500 W y una reducción del consumo de energía eléctrica en 3337.92 kWh anuales, que representa el 52.65 %.
10. En el caso de aplicar la tarifa horaria propuesta en las horas pico del sistema, en el Edificio de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y no implementar las medidas de ahorro de energía, la planilla eléctrica se incrementaría en el orden del 30 %, al aplicar las medidas de ahorro de energía la planilla se reduciría el 31.57 %.
11. En el caso de aplicar la tarifa horaria propuesta en las horas pico del sistema, en la residencia y no implementar las medidas de ahorro de energía, la planilla eléctrica se incrementaría en el orden del 32 %, al aplicar las medidas de ahorro de energía la planilla se reduciría el 39 %.
12. Es factible conseguir resultados de ahorro en demanda y energía eléctrica mediante la aplicación de la tarifa horaria en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano para usuarios residenciales

sobre los 400 kWh de consumo y para usuarios industriales con registro de demanda.

Referencias

- [1] EV CONFORT. REAL DECRETO 1634/2006 de 29 de Diciembre, sobre Tarifas Eléctricas a partir de 2007. 2006.
- [2] CONAE (Comisión Nacional Para el Uso Eficiente de la Energía) Dirección de Demanda Eléctrica. México, 2008.
- [3] CFE (Comisión Federal de Electricidad) Departamento Comercial Irapuato México, 2008.
- [4] Secretaría de Hacienda y Crédito Público; a 30 de mayo 2003. México, D.F., 2003.
- [5] POLLITT, MICHAEL. *Electricity Reform in Chile - Lessons for Developing Countries - Center for Energy and Environmental Policy Research (CEEPR)*. University of Cambridge, 2004.
- [6] Comisión Nacional de Energía, Chile.
- [7] Comisión de Integración Energética Regional CIER.
- [8] ENRE, Ente Regulador de Energía ARGENTINA
- [9] ANEEL, Agencia Nacional de Energía Eléctrica, Estructura Tarifaria en el Brasil.
- [10] De Araujo, Antonio Carlos. *Comercialización de Energía Eléctrica Para los Consumidores Finales en el Nuevo Modelo*. Tesis de Maestría de Ingeniería de la Producción, Universidad Fluminense, Escuela de Ingeniería, 2001.
- [11] CENACE Centro Nacional de Control de Energía.
- [12] RESUMEN EJECUTIVO DEL PLAN DE ACCIÓN 2008-2012 Instituto para Diversificación y Ahorro de la Energía, IDEA.
- [13] E.E.Q.S.A. Pliego tarifario. Quito - Ecuador, 2011.
- [14] CONELEC. Pliego Tarifario.
- [15] PROCEL-ELETROBRAS. Informe Ejecutivo, 2009.
- [16] PROCEL. Folleto y Presentación Seminario OLADE CUBA
- [17] Presentación de México en seminario OLADE CUBA. 2009
- [18] Presentación de Argentina en el seminario OLADE CUBA. 2009
- [19] Presentación de Cuba en el seminario OLADE CUBA. 2009
- [20] A. Aranda, I. Zabala, S. Diaz y e. Llera. *Eficiencia Energética en Instalaciones y Equipamiento de Edificios*. Prensas Universitarias de Zaragoza, 2010.
- [21] Subsecretaría de Eficiencia Energética y Energías Renovables. MEER, Plan de Eficiencia Energética en el Ecuador. Noviembre, 2010.
- [22] CIEEPI - MEER. Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos, Ecuador, 2008.
- [23] A. Martínez, A. Valero, A. Aranda, I. Zabala, S. Scarpellini. *Disminución de costes energéticos en la empresa- tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética*. Fundación Confemetal de Madrid, 2010.
- [24] J. De la Cruz, A. De La Cruz Hidalgo. *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación*. Ediciones Experiencia, Barcelona 2010.
- [25] M. AGUER, L. JUTGLAR. *El ahorro energético, estudios de viabilidad económica*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid 2010.
- [26] F. REY MARTÍNEZ, E. VELASCO, *Eficiencia Energética en Edificios*, Ediciones Thomson, España 2010
- [27] A. THUMAN, H. FRANZ. *Efficient Electrical System Design Handbook*. United States of America, 2010.
- [28] Página web www.cenace.org.ec.
- [29] Página web www.conelec.gob.ec
- [30] Página web www.eeq.com.ec
- [31] Página web www.ecuacier.org
- [32] Página web www.aneel.gov.br
- [33] Página web www.fide.org.mx
- [34] Página web www.eleetrobras.com/elb/procel
- [35] Página web www.eleetrobras.com
- [36] Página web www.idae.es
- [37] Página web www.lahaciendaverde.webs.com
- [38] Página web www.conEdisson.com
- [39] Página web www.cooperlighting.com
- [40] Página web www.conae.gob.mx