

Estudio De Posibles Soluciones De Eficiencia Energética En Las Viviendas De Guayaquil

Gary Xavier Araujo Lara
 Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
 Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
 Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
 Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
 garaujo@espol.edu.ec
 Douglas Aguirre H.
 Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
 Ingeniero Eléctrico Especialización Potencia
 daguirr@espol.edu.ec

Resumen

El presente trabajo propone la fomentación y aplicación de soluciones de eficiencia energética en las viviendas de Guayaquil, tomando en consideración el levantamiento previo de todos los electrodomésticos y tiempo el cual el usuario los energizan, para comparar los consumos al aplicar diferentes métodos de eficiencia y determinar los posibles ahorros tanto energéticos como económicos.

Debido a las diferentes políticas de Estado de incentivar proyectos que promuevan el uso racional de energía eléctrica y de estrategias para mejorar el consumo tanto en el sector industrial como residencial, este estudio está relacionado al aprovechamiento eficiente de la energía y evitar el mal uso de la misma.

Al aplicar la eficiencia energética en el hogar, mediante soluciones como eliminación del consumo "StandBy", cambio de electrodomésticos ineficientes por aquellos que pueden a llegar reducir hasta un 50% del consumo o los también llamados electrodomésticos eficientes tipo "A", reducirían los gastos mensuales por consumo de energía, reducirá las emisiones de dióxido de carbono producida por las centrales térmicas de generación eléctrica, protegiendo al medio ambiente y fomentará el uso racional de la energía no solo en el hogar sino en las empresas y la industria.

Palabras Claves: *Eficiencia energética, Aplicación de soluciones de eficiencia energética, Consumo de energía.*

Abstract

The present work proposes the promotion and implementation of energy efficiency solutions in the homes of Guayaquil, taking into consideration the prior lifting of all appliances and time which user energized them, to compare consumption apply different methods of efficiency and determine the potential savings of energy both as economic.

Due to different State policies encourage projects that promote the rational use of electrical energy and strategies to improve the consumption both in the industrial and residential sectors, this study is related to the efficient use of energy and prevent the misuse of the same.

To implement energy efficiency in the home, through solutions such as elimination of consumption "StandBy", change of inefficient appliances for those who can get reduced by up to 50% of the consumption or also called efficient appliances type "A", would reduce the monthly expenses for energy consumption, it would reduce carbon dioxide emissions produced by thermal power plants for electricity generation, protecting the environment and promote the rational use of energy not only at home but also in companies and industries.

Keywords: *Energy efficiency, Application of energy efficiency solutions, Power consumption.*

I. Introducción

Siendo Ecuador un país con muchos recursos naturales y un gran potencial hidráulico de producir energía a través de las centrales hidroeléctricas,

obteniendo notables ventajas como son las de suplir la demanda energética del país, producción de energía renovable y sobre todo que su impacto es amigable con el medio ambiente debido a que no utiliza combustibles fósiles sino el recurso hídrico que

brinda energía limpia y abundante, aún no se ha logrado aprovechar al máximo este privilegio.

A finales de 2009 y principios de 2010, tuvo evento una de las crisis energéticas más graves que tuvo que afrontar el Ecuador debido a una época de estiaje y una extensa sequía, obteniendo como resultado problemas con la generación y abastecimiento de la energía lo que conllevó a los constantes apagones, desde entonces se tomaron las medidas necesarias para impulsar la generación propia y sobre todo limpia y eficiente.

El Gobierno Nacional mediante la construcción de emblemáticos proyectos hidroeléctricos, así como la instalación de modernas y eficientes centrales y el aprovechamiento de importantes fuentes de energía renovables, quiere garantizar la demanda presente y futura.

Pero debido a que el uso de la energía no ha sido el correcto, se debe considerar programas de eficiencia energética a nivel nacional y así reducir las pérdidas energéticas. Muchos de los países del mundo están implementando dentro de sus reglamentos gubernamentales, políticas para la eficiencia energética.

En Ecuador mediante la Dirección Nacional de Eficiencia Energética se han desarrollado políticas y proyectos que promuevan el uso racional de la energía eléctrica además de estrategias para mejorar la eficiencia energética dentro de los sectores de la producción y consumo pero a falta de una debida difusión y poca concientización de los usuarios no se ha logrado promover el uso de la eficiencia energética.

Este proyecto busca concientizar a los usuarios, específicamente al sector residencial a implementar el uso de eficiencia energética en sus hogares mediante el incentivo del ahorro que se obtiene al realizar las buenas prácticas de consumo de energía eléctrica y lograr a fin el desarrollo de manera sustentable del país.

En el Capítulo 1, se establecen las ventajas y desventajas al aplicar las posibles soluciones de eficiencia energética como también los requerimientos mínimos para la implementación de las mismas.

En el Capítulo 2, se describen los conceptos de eficiencia energética, intensidad energética, eficiencia económica como también el comportamiento histórico de la economía y la demanda eléctrica del Ecuador y la situación del sector eléctrico.

En el Capítulo 3, se determina cuáles son las opciones para tener un menor consumo energético, se definirán cuáles son los parámetros que representan un mayor ahorro; lo cual conlleva a tener una alta eficiencia energética.

En el Capítulo 4, se analiza el costo del servicio eléctrico, la tarifa aplicada al consumidor y mediante la aplicación de diferentes métodos de consumo responsable de energía, los posibles ahorros económicos en las viviendas de Guayaquil.

II. Desarrollo

1. Alcance

Se propone el consumo responsable de la energía, específicamente en los hogares de la ciudad de Guayaquil, incentivando a los usuarios que al aplicar la eficiencia energética en sus hogares no es sinónimo de sacrificios en el uso de electrodomésticos o cambios en el estilo de vida, sino la reducción de su consumo de energía eléctrica manteniendo los mismos servicios, obteniendo ahorros económicos en lo que a presupuesto del hogar se refiere, protección del medio ambiente y fomentar un comportamiento sostenible en el uso de la energía eléctrica.

Este tipo de proyecto requiere constancia en su aplicación a largo plazo, debido a que si los resultados se llegan a constatar en corto plazo y no existe continuidad en el proceso sus efectos serán temporales, llegando al fracaso del proyecto, con lo que la perseverancia y constancia de nuestras acciones se obtendrán los resultados planificados.

2. Eficiencia energética, eficiencia económica y situación actual del Ecuador

2.1. Eficiencia energética

La eficiencia energética establece los cambios que implica una reducción en el consumo de energía necesaria para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer los servicios que requieren las personas, manteniendo o superando el nivel de servicios prestados; el mismo tiempo que limita la producción de gases de efecto invernadero.

2.2. Intensidad energética

La intensidad energética se define como la relación entre el consumo de energía en unidades tales como Teracalorías (Tc), Terajoules (TJ) o Toneladas equivalentes de petróleo (Tep), e indicadores de la actividad económica, normalmente el Producto Interno Bruto (PIB) o Valor Agregado (VA), de la rama de actividad.

La intensidad energética a nivel mundial, tiende a la baja, debido a que se está produciendo mayor riqueza con una menor cantidad de energía.

En la Figura 1, se observa la tendencia mundial y la de los países desarrollados que pertenecen a la Unión Europea la reducción de la intensidad energética, mientras que los países de América Latina y el Caribe en el año 2000 recién logra estabilizar el incremento de la intensidad energética debido al desarrollo de la región en base a múltiples proyectos de desarrollo productivo y programas de eficiencia energética.

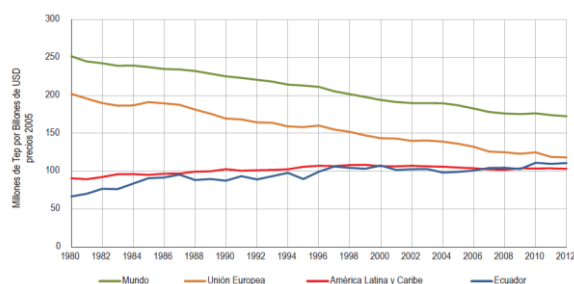


Figura 1. Comparación de intensidad energética

2.3. Eficiencia económica

La eficiencia económica es la tasa de rendimiento económico en su consumo de energía: unidades económicas del PIB producidas por cada unidad de energía consumida.

2.4. Comportamiento de la economía y la demanda eléctrica del Ecuador

En las décadas de los 60' y 70' se mantuvo un crecimiento considerable del PIB (6.7% en promedio anual). Sin embargo, las dos décadas siguientes se consideran décadas perdidas, el crecimiento del PIB fue de apenas 1.9%. En la última década el país retorna la senda del crecimiento sostenido e importante con un ritmo de crecimiento promedio del PIB de 4.4%.

Habiendo así alcanzado un crecimiento en la economía ecuatoriana según el Banco Central del Ecuador, de carácter provisional, durante los años 2004, 2008, 2011 de 8.21, 6.36 y 7.79% respectivamente como se puede observar en la Figura 2.

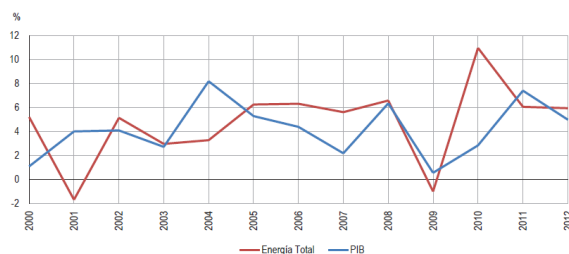


Figura 2. Variación anual del consumo de energía y PIB del Ecuador

2.5. Situación del sector eléctrico

Los grupos de consumo (residencial, comercial, industrial y alumbrado público) mediante la cantidad de potencia y el horario de consumo determinan el comportamiento de la demanda eléctrica. Cada grupo de consumo tiene un número de clientes el cual ha venido evolucionando como se muestra en la Figura 3.

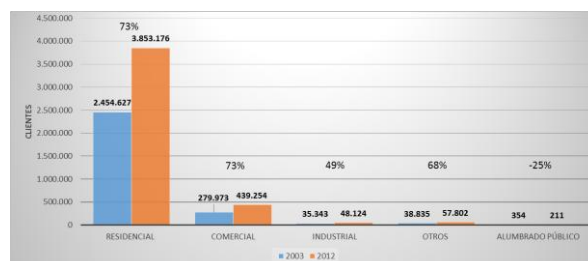


Figura 3. Evolución decenal de clientes por grupo de consumo

Se puede observar en la figura anterior el número de clientes por grupo de consumo y la variación decenal 2003 – 2012, resaltando el crecimiento de aproximadamente del 73% de los sectores residenciales y comerciales y de un 49% del sector industrial.

En los que se refiere al consumo de energía (GWh) a nivel nacional en el periodo 2003 – 2012, el sector de mayor consumo es el industrial con un crecimiento del 94%, seguido del sector comercial con un 89% y luego del residencial del 72%, como se observa en la Figura 4.

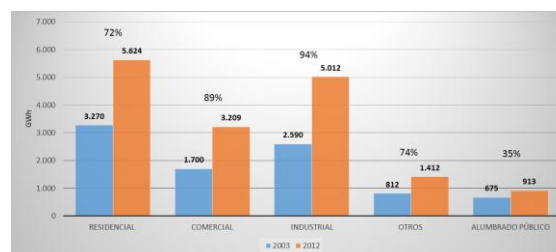


Figura 4. Evolución decenal de energía por grupo de consumo

3. Análisis teórico de las posibles soluciones

Las posibles soluciones para obtener un menor consumo energético son las siguientes:

- Concientización de la cultura de consumo
- Eliminar el modo StandBy de los electrodomésticos
- Reemplazo de electrodomésticos de alto consumo por unos más eficientes.

3.1. Concientización de la cultura de consumo

Actualmente el tema del uso eficiente de la energía, está directamente ligado a los hábitos que tenemos con el consumo de la electricidad, y no solo conlleva el esfuerzo de la población sino del estado con iniciativas para que exista un compromiso en conjunto.

En el Ecuador durante las décadas anteriores este tema no era tan importante como lo es ahora. En nuestro país recién a partir de la última crisis energética del 2009, se ha venido pensando en proyectos relacionados con la Eficiencia Energética y energías renovables.

En nuestro país la eficiencia energética debe ser considerada como una política de estado, lo que conllevaría a que se promuevan estrategias para optimizar los recursos energéticos, mejorar la calidad de vida y por ende un crecimiento socioeconómico.

Solo una vez que la cultura de consumo sea tomada en cuenta y aplicada en cada rincón del país, los cambios energéticos serán visibles. Recordando que esto no solo favorece al país sino a la economía de cada hogar.

3.2. Eliminación del modo StandBy en electrodomésticos

El modo StandBy o modo de espera representa casi el 11% del consumo eléctrico de un hogar, según el informe “Consumos del Sector Residual en España” realizado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), que pone de manifiesto la importancia de limitar su utilización.

Para evitar este innecesario gasto hay que identificar qué electrodomésticos tienen ese modelo de consumo y empezar a desarrollar una estrategia racional para contener su uso, pues el gasto en este modo en espera ha dejado de ser residual para convertirse en una necesidad para la economía del hogar.

Televisores: es uno de los dispositivos por excelencia en donde se genera este consumo y, por lo tanto, necesita de mayor cuidado en su utilización por parte de los usuarios. Cada vez que se apaga el televisor se cree que se está a salvo de posibles consumos, pero no es así, ya que el piloto queda encendido, lo cual significa que está gastando aunque el aparato esté desconectado.

Centros de entretenimiento: junto al televisor hay instalados otros dispositivos para reproducir audio y video, que con frecuencia cuando termina su visionado, se deja en modo de espera.

Ordenadores: es otro de los casos más habituales en los hogares, pues no se apagan de manera correcta y queda en modo de espera durante varias horas, sin olvidar los muchos casos en los que no se apaga la pantalla.

3.3. Reemplazo de electrodomésticos de alto consumo eléctrico por unos más eficientes.

La eficiencia energética de un electrodoméstico es la capacidad de un electrodoméstico para realizar su función con un consumo de energía menor.

Los principales electrodomésticos en el hogar como: refrigeradores, lavadoras de ropa, televisores, acondicionadores de aire, etc., representan una gran parte del gasto mensual en una vivienda. Un refrigerador o lavadora que tenga más de diez años, está gastando mucho más de lo necesario en energía.

Por supuesto, los enseres eficientes no solamente le ahorran dinero; también son buenos para el medio ambiente. Mientras menos energía usemos menos plantas generadoras de energía necesitaremos, lo que significa menos contaminación.

Hay tres pasos importantes que se deben tener en cuenta antes de cambiar los electrodomésticos en una vivienda y son:

- Los modelos Energy Star son los que tienen el uso de energía más eficiente dentro de cualquier categoría de productos, y superan los mínimos de eficiencia energética fijados por los gobiernos internacionales.
- Asegúrese que el producto que compre se ajuste a sus necesidades. Los acondicionadores de aire, calentadores de agua y refrigeradores demasiado grandes desperdician energía y dinero; en muchos casos tampoco funcionan bien.
- Muchos de los enseres más eficientes en el consumo de energía son un poco más costosos inicialmente, pero ahorrará dinero a largo plazo debido a su menor consumo de energía.

4. Análisis económico y estimación de ahorro

Los aspectos relevantes considerados para el análisis contemplan:

- La cantidad de electrodomésticos son estimados promedios que posee una familia de clase media en la ciudad de Guayaquil
- Los cargos tarifarios aplicados pertenecen a Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil.

- Para determinar el consumo anual de la vivienda, los cargos tarifarios aplicados utilizados se establecen en las tablas de diferentes periodos conforme el Numeral 4 de la Resolución No. 043/11 del CONELEC.

Al desarrollar el siguiente proyecto se plantearon las siguientes dos actividades principales:

1. Evaluación técnica de la situación actual de la vivienda.
2. Análisis económico de las alternativas de eficiencia seleccionadas.

4.1. Evaluación técnica de la situación actual de la vivienda

Para realizar la evaluación técnica se realizaron las siguientes actividades:

4.1.1. Levantamiento de datos

Se lleva a cabo el levantamiento de electrodomésticos de la vivienda con lo cual se toman datos de la potencia de cada uno de ellos, que cantidad de equipos o electrodomésticos posee en el hogar, su tiempo de vida estimada de haber sido adquiridos, el tiempo de uso estimado y conocer si los propietarios de la vivienda mantienen una cultura del ahorro.

Todos estos datos iniciales son esenciales para determinar el consumo de energía de la vivienda, no obstante se deben aclarar diversos aspectos considerados en este levantamiento:

- El consumo eléctrico de una nevera es diferente al resto de electrodomésticos debido a que permanece las 24 horas del día conectado al tomacorriente, pero se activa y desactiva automáticamente manteniendo un consumo periódico y no continuo, no obstante el consumo StandBy se debe considerar en el análisis.
- Electrodomésticos que tienen un consumo alto como las tostadoras, planchas, licuadoras, etc., no están encendidas las 24 horas del día sino que al ser utilizadas de manera puntual su consumo es en el periodo que se utiliza, en este caso minutos.
- En equipos de entretenimiento como televisores, minicomponentes, DVDs, etc., se considerará el consumo StandBy justificado en el levantamiento previamente realizado.

4.1.2. Consolidación de los datos de consumo

Los datos obtenidos son consolidados con sus respectivas características de consumo, nivel de voltaje a la que operan y el tiempo el cual operan los diferentes equipos.

Se utilizarán estos datos como base para realizar el análisis tanto energético como económico y así poder establecer mediante los resultados obtenidos la factibilidad de las soluciones de eficiencia energética aplicadas al sector residencial.

4.2. Análisis económico de las alternativas de eficiencia seleccionadas

Para realizar el análisis económico se tendrá como referencia el levantamiento y consolidación de datos de consumo realizado en la vivienda, con lo cual se podrá realizar el cálculo del consumo de energía mensual y el valor a pagar.

La energía es calculada mensualmente por lo que no todos los electrodomésticos están los 30 días del mes conectados a la red eléctrica por lo que los cálculos se basaron en días promedio de uso mensual, no obstante cabe recalcar que electrodomésticos como refrigeradores si están todos los días conectados con lo que se ha tomado en cuenta en el análisis.

Tabla 1. Energía mensual consumida

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA	14 - 16 pies cúbicos	1	350	8	84.00	8.40	92.40
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	29"	1	175	6	23.10	2.31	25.41
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	21"	1	100	4	8.80	0.88	9.68
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	13.53	148.83
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	13.53	148.83
LAVADORA	45 Lts	1	500	3	9.00	0.90	9.90
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	0.25	2.72
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIRECTV	STANDARD	1	40	10	8.80	0.88	9.68
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	0.32	3.52
ARROCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	0.08	0.83
LIQUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	1.74	3.06
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					539.21	42.81	582.02

El usuario consume 582.02 kWh de energía mensual por lo tanto para calcular el valor a pagar utilizaremos la Tabla 2 para determinar los valores a pagar durante los meses de Junio a Noviembre, y la Tabla 4 para determinar los valores a pagar durante los meses de Diciembre a Mayo.

Tabla 2. Valores a pagar Junio - Noviembre

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
JUNIO - NOVIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	150	0.103	15.45
501 - 700	82.02	0.1285	10.54
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			57.69

Una vez calculado el costo de la energía consumida mensualmente se realiza el cálculo de los siguientes rubros.

- Comercialización

Es un valor administrativo cobrado por las empresas eléctricas.

Tabla 3. Valores de comercialización

COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
CONSUMO DE:
0 - 300 kWh/mes
1,414
301 - 500 kWh/mes
2,826
501 - 1000 kWh/mes
4,240
1001 - Sup kWh/mes
7,066

En este caso el consumo es de 582.02 kWh de energía mensual por lo tanto está en el rango de 501 - 1000 kWh/mes por lo tanto debe pagar \$4.24.

- Subsidio cruzado

Subsidio = 5% (Valores + Comercialización)

Subsidio = 5% (\$57.69 + \$4.24)

Subsidio = \$3.09

- Total del servicio eléctrico

TSE = Valores + Comercialización + Subsidio

TSE = \$57.69 + \$4.24 + \$3.09

TSE = \$65.02

- Alumbrado Público

AP = 6.67% * TSE

AP = 6.67% * (\$65.02)

AP = \$4.33

- Tasa de recolección de basura

TRB = 11.16% * (TSE + AP)

TRB = 11.16% * (\$65.02 + \$4.33)

TRB = 11.16% * \$69.35

TRB = \$7.73

- Contribución a los bomberos

CB = \$1.59

- Total a pagar

Total a pagar = TSE + AP + TRB + CB

Total a pagar = \$65.02 + \$4.33 + \$7.73 + \$1.59

Total a pagar = \$78.67

El total a pagar del consumo de energía será de \$78.67 mensuales durante el periodo de Junio a Noviembre.

Se procede a calcular el total a pagar durante el periodo de Diciembre a Mayo con lo cual se utiliza la Tabla 4.

Tabla 4. Valores a pagar Diciembre - Mayo

CONELEC			
PERIODO:	ENERO - DICIEMBRE *		
EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL			
CARGOS TARIFARIOS			
DICIEMBRE - MAYO **			
RANGO DE CONSUMO (kWh)	ENERGÍA (kWh)	PRECIO DE LA ENERGÍA (USD/kWh)	VALOR A PAGAR (USD)
0 - 50	50	0.078	3.90
51 - 100	50	0.081	4.05
101 - 150	50	0.083	4.15
151 - 200	50	0.090	4.50
201 - 250	50	0.096	4.80
251 - 300	50	0.103	5.15
301 - 350	50	0.103	5.15
351 - 500	150	0.103	15.45
501 - 700	82.02	0.103	8.45
701 - 1000	-	0.1450	-
1001 - 1500	-	0.1709	-
1501 - 2500	-	0.2752	-
2501 - 3500	-	0.4360	-
Superior	-	0.6812	-
VALORES			55.60

Se procede con el procedimiento antes descrito para determinar el valor a pagar durante los meses de Diciembre a Mayo el cual es de \$76.08 mensuales.

En la Tabla 5 se observa los valores a pagar acumulados dentro de 10 años, sin aplicar la eficiencia energética en el hogar. Estos datos son indispensables para la comparación entre los posibles ahorros energéticos los cuales conllevan un ahorro económico.

Tabla 5. Valores a pagar en 10 años sin aplicar eficiencia energética

CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 10 AÑOS (\$)
582.02	78.67	76.08	928.50	9,285.00

4.2.1. Cultura del ahorro y uso de regletas

El método más económico para poder reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar es mantener una cultura de ahorro, que en este caso será energético.

Cómo se puede aplicar este método en el hogar, pues sencillamente apagando los electrodomésticos que no estemos utilizando, pero en sí para este análisis se determinara el ahorro esperado si desconectamos los electrodomésticos de nuestro hogar.

Tomando en cuenta que no todos los electrodomésticos pueden ser desconectados del toma corrientes, por ejemplo la refrigeradora o nevera, que en cuyo caso debe permanecer encendida día tras día, haremos énfasis en electrodomésticos como televisores, minicomponentes, DVD's, decodificadores de televisión, acondicionadores de aire, microondas y lavadoras.

Puesto que estos electrodomésticos generalmente en los hogares permanecen conectados produciendo el consumo en espera o StandBy, como posible solución para determinar el ahorro energético en el hogar se debe implementar el uso de regletas específicamente para electrodomésticos de entretenimiento debido a que su uso en general es en conjunto y se encuentra en un solo lugar como la sala adecuado para los diferentes tomacorrientes que posee la regleta.

Para determinar el consumo de energía mensual aplicando el uso de regletas y eliminar el consumo StandBy se utilizarán los mismos datos de levantamiento base como se observa en la Tabla 6, con lo cual el usuario no cambiará su estilo de vida en cuanto a uso de electrodomésticos en el hogar se refiere.

Tabla 6. Energía mensual consumida sin consumo StandBy

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA	14 - 16 pies cúbicos	1	350	8	84.00	8.40	92.40
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	29"	1	175	6	23.10	-	23.10
TELEVISOR RAYOS CATÓDICOS	21"	1	100	4	8.80	-	8.80
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	-	135.30
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	-	135.30
LAVADORA	45 Lis	1	500	3	9.00	-	9.00
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	-	2.48
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIREC TV	STANDARD	1	40	10	8.80	-	8.80
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	-	3.20
ARROCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	-	0.75
LICUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	-	1.32
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					539.21	8.40	547.61

Una vez obtenido el total del consumo mensual de la vivienda procedemos a calcular los valores a pagar durante el año, siguiendo los mismos procedimientos antes descritos.

En la Tabla 7, se observan los valores a pagar acumulados dentro de 10 años aplicando la cultura del ahorro y la eliminación de consumo StandBy.

Tabla 7. Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy

CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 10 AÑOS (\$)
547.61	73.17	71.66	868.98	8,689.80

En la Figura 5, se observa la comparación entre el consumo de energía mensual, sin aplicar ningún método de eficiencia energética en la vivienda el cual es 582.02 kWh mensuales y el consumo de energía mensual aplicando la cultura del ahorro.

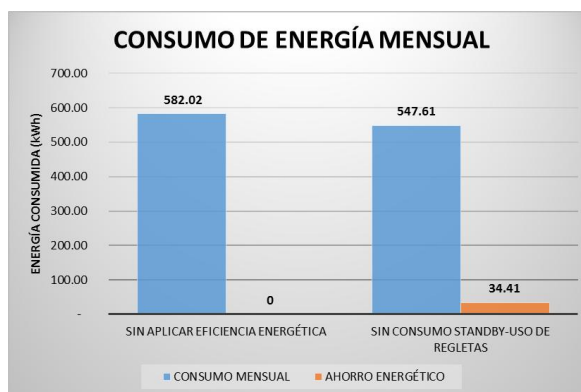


Figura 5. Comparación de consumo energético aplicando cultura del ahorro

Mediante el ahorro generado el cual es de 34.41 kWh mensuales, determina una reducción del 6% del consumo de energía al mes como se puede observar en la Figura 6.

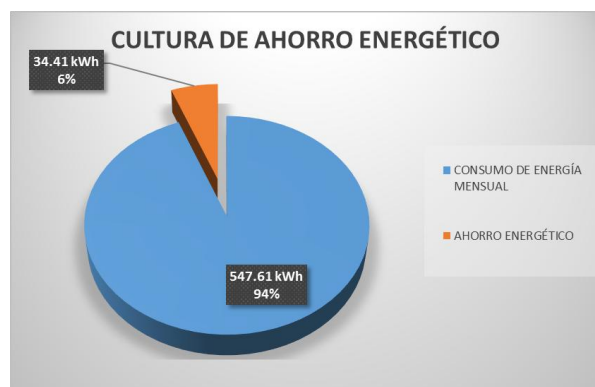


Figura 6. Porcentaje de ahorro energético aplicando cultura del ahorro

En la Figura 7, se realiza la comparación de los valores a pagar durante el año mediante el ahorro energético producido por la cultura del ahorro, el cual es de \$59.52, con lo que se demuestra que este método si produce ahorro energético cambiando los hábitos del consumidor pero beneficiando la economía del hogar, el consumo innecesario de energía eléctrica y la reducción de dióxido de carbono al ambiente.



Figura 7. Comparación de valor a pagar aplicando cultura del ahorro

Realizando el análisis comparativo durante los primeros 10 años, se observa en la Figura 8, que el monto ahorrado sería de \$595.20, y el valor a pagar por el consumo durante ese tiempo sería de \$8,689.80.



Figura 8. Comparación a pagar en 10 años aplicando cultura del ahorro

El análisis económico se realiza utilizando una tasa de descuento del 7.41%, con lo cual se determina el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno a fin de comprobar si nuestra inversión genera beneficios.

En la Tabla 8, se observa que el VAN resulta positivo lo cual muestra que la inversión para el usuario es económica y viable, en cuanto al TIR se obtiene un 119%, lo que muestra que los ahorros energéticos están generando beneficios.

Tabla 8. Indicadores comparativos aplicando cultura del ahorro

USO DE REGLETAS			
AÑO	AHORRO (\$)		
1	59.52		
2	59.52		
3	59.52	INVERSIÓN (\$)	TASA
4	59.52	50	0.0741
5	59.52	VAN (\$)	
6	59.52	360.23	
7	59.52	TIR	
8	59.52	119%	
9	59.52		
10	59.52		

4.2.2. Implementación de Electrodomésticos Eficientes (Primera Opción)

Debido a las políticas gestionadas por el MEER para promover el uso de equipos eficientes, se realizará el siguiente método de posible solución de eficiencia energética, con electrodomésticos de etiquetado “A” que serán reemplazados teóricamente por los electrodomésticos antiguos, para fines de cálculo de consumo de energía eléctrica.

Cabe mencionar que las potencias de los nuevos electrodomésticos y equipos son especificadas por el fabricante y se encuentran en la placa de los mismos, al igual que el etiquetado de eficiencia energética el cual debe ser revisado por el consumidor antes de adquirir el producto.

En la Tabla 9, se procede a realizar el cálculo del consumo mensual, manteniendo las dimensiones y capacidades de los electrodomésticos reemplazados por los antiguos, se mantendrá el mismo tiempo de uso diario y realizar a comparación con el consumo base de la vivienda.

Tabla 9. Energía mensual consumida sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción)

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA EFICIENTE	14 - 16 pies cúbicos	1	150	8	36.00	3.60	39.60
TELEVISOR LED	29"	1	35	6	4.62	-	4.62
TELEVISOR LED	21"	1	30	4	2.64	-	2.64
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	1	300	5	33.00	-	33.00
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	1	300	5	33.00	-	33.00
LAVADORA EFICIENTE	45 Lts	1	450	3	8.10	-	8.10
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	-	2.48
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIREC TV	STANDARD	1	40	10	8.80	-	8.80
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	-	3.20
ARROCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	-	0.75
UCUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	-	1.32
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					261.07	3.60	264.67

Una vez obtenido el total del consumo mensual de la vivienda procedemos a calcular los valores a pagar durante el año, siguiendo los mismos procedimientos antes descritos.

En la Tabla 10, se observan los valores a pagar acumulados dentro de 10 años aplicando el cambio de electrodomésticos ineficientes por los electrodomésticos eficientes tipo “A”.

Tabla 10. Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Primera Opción)

CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 10 AÑOS (\$)
264.67	31.87	31.87	382.44	3,824.40

En la Figura 9, se observa la comparación entre el consumo de energía mensual, sin aplicar ningún método de eficiencia energética en la vivienda, el cual es de 582.02 kWh mensuales y el consumo de energía implementando electrodomésticos eficientes, incluyendo la cultura del ahorro y uso de regletas, con lo cual se ahorra un consumo de 317.35 kWh mensuales.

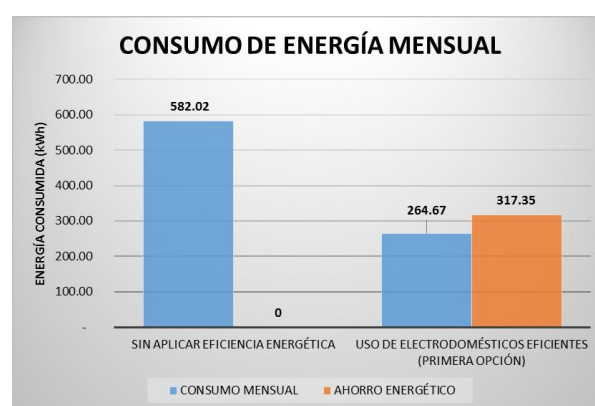


Figura 9. Comparación de consumo energético implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)

Mediante el ahorro energético mensual realizando la implementación de electrodomésticos eficientes, el cual es de 317.35 kWh mensuales se determina una reducción del 55% del consumo de energía al mes como se observa en la Figura 10.

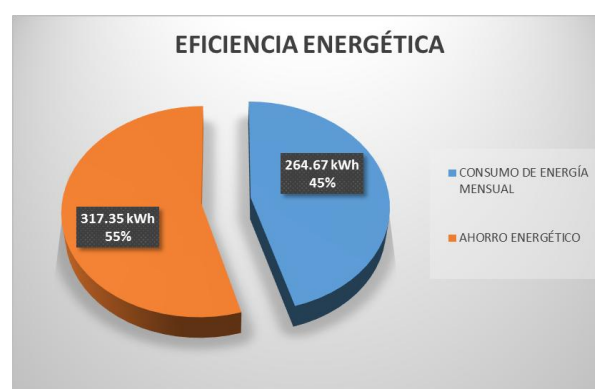


Figura 10. Porcentaje de ahorro energético implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)

En la Figura 11, se realiza la comparación de los valores a pagar durante el año mediante el ahorro energético producido por la implementación de electrodomésticos eficientes, el cual es de \$546.06.



Figura 11. Comparación de valor anual a pagar implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)

Realizando el análisis comparativo durante los primeros 10 años, se observa en la Figura 12, que el monto ahorrado sería de \$5,460.60, y el valor a pagar por el consumo durante ese tiempo sería de \$3,824.40.



Figura 12. Comparación a pagar en 10 años implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)

En la Tabla 11, se observa que el VAN resulta positivo lo cual muestra que la inversión para el usuario es económica y viable, en cuanto al TIR se obtiene un 8% lo que muestra que los ahorros energéticos están generando beneficios.

Tabla 11. Indicadores comparativos implementando electrodomésticos eficientes (Primera Opción)

CAMBIO DE ELECTRODOMÉSTICOS (PRIMERA OPCIÓN)			
AÑO	AHORRO (\$)	INVERSIÓN (\$)	TASA
1	546.06	3,700	0.0741
2	546.06		
3	546.06		
4	546.06	VAN (\$)	
5	546.06	63.65	
6	546.06	TIR	
7	546.06	8%	
8	546.06		
9	546.06		
10	546.06		

4.2.2. Implementación de Electrodomésticos Eficientes (Segunda Opción)

Debido a la gran inversión inicial realizada en la implementación de electrodomésticos eficientes que incluían todos los electrodomésticos en este segundo análisis no se realizará el cambio de solo dos artefactos como lo son el acondicionador de aire y la lavadora, manteniendo así el cambio de los demás electrodomésticos. Se escogieron estos electrodomésticos debido a su alto costo de inversión, no obstante se podrá determinar si es económicamente viable esta opción.

En la Tabla 12, se procede a realizar el cálculo del consumo mensual manteniendo las dimensiones y capacidades de los nuevos electrodomésticos reemplazados por los antiguos, se mantendrá el mismo tiempo de uso diario y realizar la comparación con el consumo base de la vivienda.

Tabla 12. Energía mensual consumida sin consumo StanBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)

EQUIPOS	DIMENSIONES	CANTIDAD	POTENCIA (WATTS)	TIEMPO DE USO (horas)	CONSUMO MENSUAL (kWh)	CONSUMO MENSUAL STAND-BY (kWh)	TOTAL CONSUMO MENSUAL (kWh)
NEVERA EFICIENTE	14 - 16 pies cúbicos	1	150	8	36.00	3.60	39.60
TELEVISOR LED	29"	1	35	6	4.62	-	4.62
TELEVISOR LED	21"	1	30	4	2.64	-	2.64
ACONDICIONADOR DE AIRE DE PARED	12000 Btu	1	1230	5	135.30	-	135.30
ACONDICIONADOR SPLIT INVERTER	12000 Btu	1	300	5	33.00	-	33.00
LAVADORA	45 Lit	1	500	3	9.00	-	9.00
MICROONDAS	STANDARD	1	1100	0.15	2.48	-	2.48
SANDUCHERA	STANDARD	1	600	0.15	1.35	-	1.35
PLANCHA	STANDARD	1	1000	0.15	2.25	-	2.25
DIRECTV	STANDARD	1	40	10	8.80	-	8.80
MINICOMPONENTE	STANDARD	1	80	2	3.20	-	3.20
ARRÓCERA	STANDARD	1	1000	2	50.00	-	50.00
LAPTOP	14"	1	80	6	10.56	-	10.56
DVD	STANDARD	1	25	2	0.75	-	0.75
LICUADORA	STANDARD	1	400	0.15	1.32	-	1.32
FOCOS AHORRADORES	STANDARD	12	25	7	63.00	-	63.00
					364.27	3.60	367.87

Como se puede observar en la Tabla 13, estos serán los valores a pagar acumulados dentro de 10 años, aplicando el segundo método de eficiencia energética

Tabla 13. Valor a pagar en 10 años sin consumo StandBy e implementación de electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)

CONSUMO ENERGÍA MENSUAL (kWh)	VALOR MENSUAL A PAGAR JUNIO - NOVIEMBRE (\$)	VALOR MENSUAL A PAGAR DICIEMBRE - MAYO (\$)	VALOR ANUAL A PAGAR (\$)	VALOR A PAGAR EN 5 AÑOS (\$)
367.87	46.84	46.84	562.08	5,620.80

En la Figura 13, se observa la comparación entre el consumo de energía mensual, sin aplicar ningún método y el consumo de energía mensual implementando la segunda opción de electrodomésticos eficientes con lo cual se ahorra un consumo de 214.15 kWh mensuales.

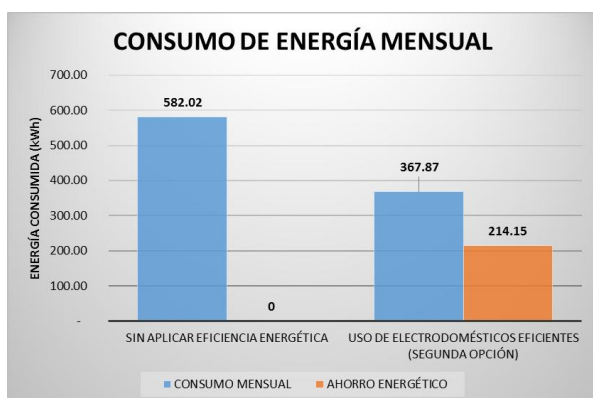


Figura 13. Comparación de consumo energético implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)

Mediante el ahorro energético mensual realizando la implementación de electrodomésticos eficientes, el cual es de 214.15 kWh mensuales determina una reducción del 37% del consumo de energía al mes como se observa en la Figura 14.

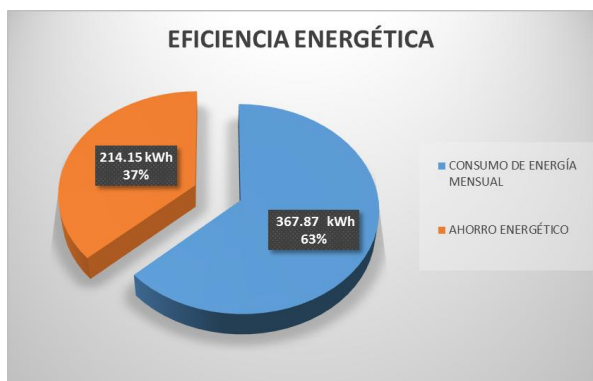


Figura 14. Porcentaje de ahorro energético implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)

En la Figura 15, se realiza la comparación de los valores a pagar durante el año mediante el ahorro energético producido por la segunda opción de implementación de electrodomésticos eficientes el cual es de \$366.42.

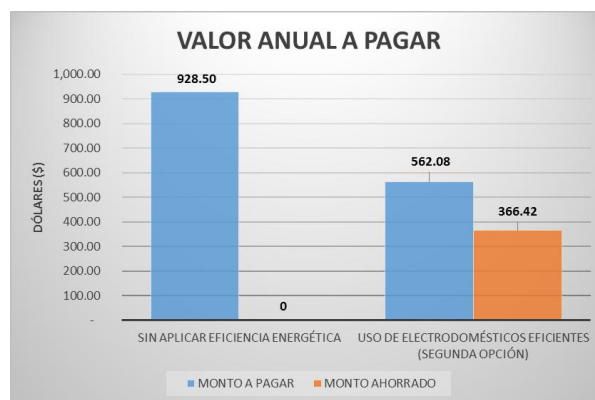


Figura 15. Comparación de valor anual a pagar implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)

Realizando el análisis comparativo durante los primeros 10 años, se observa en la Figura 16, que el monto ahorrado sería de \$3,664.20, y el valor a pagar por el consumo durante ese tiempo sería de \$5,620.80.



Figura 16. Comparación a pagar en 10 años implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)

En la Tabla 14, se observa el VAN resulta positivo lo cual muestra que la inversión para el usuario es económica y viable, en cuanto al TIR se obtiene un 10% lo que muestra que los ahorros energéticos están generando beneficios.

Tabla 14. Indicadores comparativos implementando electrodomésticos eficientes (Segunda Opción)

CAMBIO DE ELECTRODOMÉSTICOS (SEGUNDA OPCIÓN)			
AÑO	AHORRO (\$)		
1	366.42		
2	366.42	INVERSIÓN (\$)	TASA
3	366.42	2,250	0.0741
4	366.42	VAN (\$)	
5	366.42	275.51	
6	366.42	TIR	
7	366.42	10%	
8	366.42		
9	366.42		
10	366.42		

III. Conclusiones y Recomendaciones

- [1] Las políticas de Estado relacionadas al consumo de la energía producida en el país, la eliminación de artefactos ineficientes en consumo de energía eléctrica y la fomentación de la cultura del ahorro, podrá reducir el consumo de energía eléctrica, logrando así ser una nación con mayor nivel de eficiencia energética en la región y el mundo.
- [2] Se comprueba que al aplicar la cultura del ahorro y la eliminación del consumo StandBy de ciertos electrodomésticos de la vivienda, el cual su consumo es de 582.02 kWh mensuales, se reduce a 547.61 kWh al mes, ahorrando 34.41 kWh equivalente al 6% del consumo mensual de energía y un ahorro aproximado de \$59.52 anuales.
- [3] Se comprueba que al realizar el reemplazo de todos los electrodomésticos ineficientes (primera opción) que tienen una vida de uso mayor a 8 años, que en este caso consumen aproximadamente 582.02 kWh mensuales, por electrodomésticos eficientes de nivel "A", se reduce a 264.67 kWh mensuales, ahorrando 317.35 kWh equivalente a un 55% menos de consumo de energía y generando un ahorro de \$546.06 anuales.
- [4] Se comprueba que al realizar el reemplazo de ciertos electrodomésticos ineficientes (segunda opción) que tienen una vida de uso mayor a 8 años, que en este caso consumen aproximadamente 582.02 kWh mensuales, por electrodomésticos eficientes de nivel "reduce a

367.87 kWh mensuales, ahorrando 214.15 kWh equivalente a un 37% menos de consumo de energía y generando un ahorro de \$366.42 anuales.

- [5] Se determina que la segunda opción de cambio de electrodomésticos eficientes es la elección más conveniente para el usuario según los indicadores comparativos, se obtiene un Valor Actual Neto de \$275.51 el cual es un beneficio generado a través del ahorro y una Tasa Interna de Retorno del 10% el cual demuestra que se está invirtiendo efectivamente el dinero.
- [6] Si va a reemplazar su nevera o refrigerador asegúrese de revisar la etiqueta de eficiencia energética, que cumpla con sus necesidades y se ajuste a su presupuesto.
- [7] Si está encendido el acondicionador de aire, cierre todas las puertas y ventanas para mantener el lugar fresco, se recomienda mantener los filtros limpios.
- [8] La capacidad del acondicionador de aire debe ser la adecuada para sus necesidades, una de menor capacidad encendida durante un periodo prolongado funciona con mayor eficiencia que uno de gran capacidad el cual se enciende y se apaga por ciclos con demasiada frecuencia.

IV. Agradecimientos

Profundo y sincero agradecimiento a Dios y a esta prestigiosa institución por brindarnos la oportunidad de ser profesionales con conocimiento y responsabilidad social.

A aquellos profesionales de la enseñanza que supieron transmitirnos sus conocimientos de manera acertada, para ser aplicada a nuestra vida profesional.

V. Datos Bibliográficos



Araujo Lara Gary Xavier,
Nacido en Guayaquil el 05/12/1989. Estudiante de Ingeniería Eléctrica Especialización Potencia de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador. Prácticas laborales en PlastiEmpaques S.A. Área de mantenimiento eléctrico. Experiencia Laboral Técnico en Ingeniería CNEL EP Guayas – Los Ríos.

VI. Referencias

- [1] Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022. Volúmen 2: Estudio y Gestión de la demanda eléctrica. Página 10.
- [2] “Estudio de las relaciones entre la eficiencia energética y el desarrollo energético”. Programa de estudios e investigaciones de energía, GTZ, Santiago, Julio 2003.
- [3] Supuestos macroeconómicos 2012 – 2015. Banco Central del Ecuador. [En Línea]. Available:
<http://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/Supuestos%20Macro2012-2015.pdf>
- [4] Ministerio de Electricidad y Energías Renovables – MEER <El Ministroio> [En Línea]. Available:
<http://www.energia.gob.ec/el-ministerio/>
- [5] Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética – SEERE [En Línea]. Available:
<http://red-lac-ee.org/institucion-redlac/subsecretaria-de-energia-renovable-y-eficiencia-energetica-seere/>
- [6] Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables – INER [En Línea]. Available:
<http://www.webiner.iner.ec/es-ES/iner/info>
- [7] Concejo Nacional de Electricidad – CONELEC <Funciones y Facultades> [En Línea]. Available:
<http://www.conelec.gob.ec/contenido.php?cd=1107&l=1>
- [8] Centro Nacional de Control de Energía – CENACE <Quienes Somos> [En Línea]. Available:
http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=53
- [9] Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador – CELEC <Quienes Somos> [En Línea]. Available:
https://www.celec.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=198
- [10] Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP <Quienes Somos> [En Línea]. Available:
<http://www.cnel.gob.ec/quienes-somos.html>
- [11] Constitución de la República del Ecuador 2008.
- [12] Ley de Régimen del Sector Eléctrico. Capítulo 2. “Disposiciones Generales”. Página 2.
- [13] Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017. Capítulo 6: Objetivos Nacionales para el Buen Vivir. Página 322 – 323.
- [14] Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022. Volumen 2: Estudio y Gestión de la demanda eléctrica. Página 3.