

Caracterización y ahorro de energía en Instituciones Educativas

Milen Balbis Morejón



CUC
UNIVERSIDAD DE LA COSTA
INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Caracterización Energética y
Ahorro de Energía en
Instituciones Educativas

Balbis Morejón, Milen

Caracterización energética y ahorro de energía en instituciones educativas /

Milen Balbis Morejón. – Barranquilla: Educosta, 2010

126 p.: il.; (Ebook, Formato pdf)

ISBN: 978-958-8 710-18-1

1. CONSUMO DE ENERGÍA 2. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA
3. FUERZA Y ENERGÍA 4. RECURSOS ENERGÉTICOS

CDD 621.32 B172 1 ed.

Co-BrCuC

Esta Obra es propiedad intelectual de sus autores y los derechos de publicación han sido legalmente transferidos al editor. Queda prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright©

Caracterización Energética y Ahorro de Energía en Instituciones Educativas

Milen Balbis Morejón



2010



EDUCOSTA
EDITORIAL UNIVERSITARIA DE LA COSTA

Caracterización Energética y Ahorro de Energía en Instituciones Educativas

Autor: **Milen Balbis Morejón**

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
DE LA COSTA CUC
Barranquilla - Colombia - Sur América

ISBN: 978-958-8710-18-1

Primera Edición
Editorial Universitaria de la Costa EDUCOSTA
Corporación Universitaria de la Costa CUC
Calle 58 No. 55-66
Teléfono: (575) 344 4623
educosta@cuc.edu.co

Coordinación Editorial:
Perla Isabel Blanco Miranda

Corrector de Estilo:
Nury Ruiz Bárcenas

Diagramación y Diseño:
Carlos Guillermo Peña Estrada

Fotografías de Portada
Milen Balbis Morejón
Todos los derechos liberados

Hecho el depósito que exige la Ley

CONSEJO DE FUNDADORES
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC

EDUARDO CRISSIEN SAMPER
RUBÉN MAURY PERTUZ (q.e.p.d.)
NULVIA BORRERO HERRERA
MARÍA ARDILA DE MAURY
RAMIRO MORENO NORIEGA
RODRIGO NIEBLES DE LA CRUZ (q.e.p.d.)
MIGUEL ANTEQUERA STAND

PERSONAL DIRECTIVO
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE LA COSTA CUC

NULVIA BORRERO HERRERA
Rector

RODOLFO MAURY ARDILA
Vicerrector de Bienestar

MARIO MAURY ARDILA
Director Departamento de
Posgrados

HERNANDO ANTEQUERA
MANOTAS
Vicerrector Financiero

CAROLINA PADILLA VILLA
Secretaria General

ALFREDO GÓMEZ VILLANUEVA
Decano Facultad de Arquitectura

GLORIA CECILIA MORENO
GÓMEZ
Vicerrectora Académica

JAVIER MORENO JUVINAO
Decano Facultad de Ciencias
Económicas

HENRY MAURY ARDILA
Vicerrector de Investigaciones

ALFREDO PEÑA SALOM
Decano Facultad de Derecho (e)

JOSÉ EDUARDO
CRISSIEN ORELLANO (e)
Vicerrector de Extensión

MILDRED PUELLO SCARPATI
Decana Facultad de Psicología

JAIME DÍAZ ARENAS
Vicerrector Administrativo

NADIA JUDITH OLAYA
CORONADO
Decana Facultad de Ingeniería

Contenido

| | |
|---|-----------|
| Introducción | 17 |
| Capítulo 1 | |
| Energía Eléctrica en Colombia e Importancia del Uso Racional de la Energía | 21 |
| Programa de ahorro y uso racional de la energía | 27 |
| Buenas prácticas que pueden ser aplicadas para el ahorro de energía en instituciones educativas | 32 |
| Capítulo 2 | |
| Metodología de Caracterización Energética a Instituciones de Educación | 39 |
| Conformación del grupo de trabajo | 40 |
| Características generales de la institución de educación a caracterizar | 41 |
| Principales energéticos utilizados en la institución de educación a caracterizar | 43 |
| Inventario de equipos o dispositivos consumidores de energía dentro de la institución de educación a caracterizar | 44 |
| Obtención y análisis de los resultados de consumo energético de la institución de educación a caracterizar | 45 |
| Estimación de las emisiones de co ₂ dejadas de emitir a la atmósfera por concepto de ahorro de energía | 46 |
| Encuestas para conocer el compromiso de los participantes con el uso racional de la energía | 47 |
| Creación de un ambiente con cultura energética | 49 |

Socialización de los resultados de la
caracterización energética en la institución educativa 49

Capítulo 3

Validación de la Metodología en Instituciones Educativas de la Ciudad de Barranquilla 51

Caracterización energética a Colegio
Distrital de la ciudad de Barranquilla 56

Conformación del grupo de trabajo
entre la CUC y el Colegio Distrita 57

Características generales del Colegio Distrital 59

Principales energéticos
utilizados en el Colegio Distrital 63

Inventario de equipos de equipos o dispositivos
consumidores de energía dentro del Colegio Distrital 68

Analizar los resultados de consumos
de energía en el Colegio Distrital 76

Estimación de las emisiones de CO₂ dejadas de emitir
a la atmósfera por concepto de ahorro de energía 87

Concientizar a los estudiantes del
Colegio en la importancia del ahorro de
energía en su colegio y su implementación 87

Conclusiones y Recomendaciones de la
Caracterización Energética al Colegio Distrital 90

Caracterización energética a un
instituto técnico de la ciudad de Barranquilla 97

Conformación del grupo de trabajo
entre la CUC y el Instituto Técnico 97

Principales energéticos
utilizados en el Instituto Técnico 98

| | |
|---|------------|
| Inventario de equipos de equipos o dispositivos consumidores de energía dentro del Instituto Técnico | 99 |
| Estimación de las emisiones de CO ₂ dejadas de emitir a la atmósfera por concepto de ahorro de energía | 101 |
| Conclusiones y Recomendaciones de la Caracterización Energética al Instituto Técnico | 101 |
| Capítulo 4 | |
| Soluciones dadas en la Implementación del Programa de Ahorro de Energía en una Institución de Educación Superior | 107 |
| Programa de ahorro de energía en la Corporación Universitaria de la Costa CUC | 110 |
| Estudio de la mejor variante energética que permita disminuir los consumos de energía en los sistemas de iluminación de la CUC | 116 |
| Diseño de iluminación en laboratorio de circuitos eléctricos y salones | 116 |
| Implementación de soluciones energéticas en la iluminación. Ahorros obtenidos | 119 |
| Desarrollo de jornadas y actividades de socialización y concientización en el Uso Racional de la Energía en una Institución de Educación Superior | 121 |
| Bibliografía | 125 |

Índice de Gráficos.

Gráfica 1. Banda de proyección de demanda nacional de energía eléctrica 2009-2031.

Gráfico 2. Demanda sectorial de electricidad 2002-2020.

Gráfica 3. Evaluación Energética a edificaciones.

Gráfica 4. Esquema para la validación de la Metodología de caracterización energética a colegios distritales apoyada desde el pregrado con estudiantes de la asignatura Electiva URE II.

Gráfica 5. Comportamiento de los Consumos de Energía Eléctrica (KW/h) mensuales para cuatro colegios distritales de la ciudad de Barranquilla.

Gráfica 6. Comportamiento de los consumos de energía en el 2007 y primer semestre 2008.

Gráfica 7. Consumo Energía Reactiva (KVA/h), por cada mes en el período 2007-2008.

Gráfica 8. Consumo Energía Activa (KW/h) para el período 2007- 2008.

Gráfica 9. Promedio diario de consumo por mes para año 2007 y primer semestre del 2008.

Gráfica 10. Potencia instalada en Colegio Distrital.

Gráfica 11. Comportamiento de los consumos de energía en el 2007 y primer semestre 2008.

Gráfica 12. Potencia instalada en el Instituto Técnico Nacional de Comercio

Gráfica 13. Comportamiento de consumo de energía eléctrica para el último año según facturación.

Indice de Tablas.

Tabla1. Grupo de trabajo del colegio para elaboración del proyecto

Tabla2. Descripción y caracterización del colegio.

Tabla3. Ubicación de oficinas y salones (para cada sede).

Tabla4. Datos de facturación (Energía Eléctrica y Agua).

Tabla5. Consumo de Energía Eléctrica (KW/h) en el 2008 para cuatro colegios distritales de la ciudad de Barranquilla.

Tabla6. Comportamiento de la potencia instalada en cuatro colegios distritales de Barranquilla y potencial de ahorros estimados.

Tabla7. Grupo de trabajo del colegio para elaboración del proyecto

Tabla8. Descripción y caracterización del Colegio Distrital.

Tabla9. Ubicación de oficinas y salones en Colegio Distrital para el horario de la mañana.

Tabla10. Ubicación de oficinas y salones en Colegio Distrital para el horario de la tarde y de la noche.

Tabla11. Datos de facturación para el año 2007 y el primer semestre del 2008.

Tabla12. Datos de facturación seleccionados para el análisis de los consumos energéticos.

Tabla13. Potencia instalada en equipos de ventilación.

Tabla14. Potencia instalada en equipos de aire acondicionado y ventilación.

Tabla15. Potencia instalada en iluminación y otros equipos menos consumidores.

Tabla16. Potencia instalada en iluminación y otros equipos menos consumidores.

Tabla17. Grupo de trabajo para elaboración de la investigación

Tabla18. Datos de facturación para el segundo semestre del 2008.

Tabla19. Tipo de lámparas instaladas según la potencia eléctrica por cada bloque.

Tabla20. Cantidad de luminarias y potencia instalada en cada bloque.

Tabla 21. Niveles de luminancia para centros educativos según RETIE.

Índice de Figuras.

Figura 1. Equipos de ventilación instalados en Colegio Distrital.

Figura 2. Equipos de climatización instalados en Colegio Distrital.

Figura 3. Luminarias instaladas en Colegio Distrital.

Figura 4. Datos del transformador del Colegio Distrital en Factura de energía eléctrica.

Figura 5. Diseño de Iluminación con Día LUX en laboratorio de circuitos eléctricos.

Figura 6. Características generales de las lámparas seleccionadas de 2x32W.

Figura 7. Características generales de las lámparas seleccionadas de 1x1x32W.

Figura 8. Conferencias sobre ahorro de energía para la comunidad de la CUC

Figura 9. Calendario de Bolsillo y botón, utilizada como publicidad para el Programa de Ahorro de Energía en la CUC 2009-2010.

Figura 10. Calendario de Mesa, utilizado como publicidad para el Programa de ahorro de Energía en la CUC 2009-2010.

Prólogo

Dos premisas deben establecerse respecto a la investigación en nuestra área de trabajo, primero que sea de carácter científico y segundo que se realice dentro de un marco pedagógico, es decir asociada a nuestro trabajo. La investigación técnica, aplicada en este caso a la educación hace que al unirse ambos caracteres se consiga tanto en la apreciación del problema, como en su resultado.

Se puede decir que este libro está dirigido a diferentes tipos de estudiosos de la materia, siendo estos, primero los estudiantes de un curso de pregrado. Segundo el graduado que cursa un posgrado y lo necesita para realizar un proyecto o trabajo de investigación. Tercero, profesores responsabilizados con la formación de competencias en la temática de uso racional de la energía con enfoques investigativos en su quehacer como docentes. Cuarto, puede ser útil como referencia a investigadores que estén trabajando en programas de ahorro de energía en instituciones educativas.

El haber compuesto esta obra tiene como justificación la realización de una investigación de la caracterización energética realizada en el Colegio Distrital María Auxiliadora, el Instituto Técnico Nacional de Comercio y la Corporación Universitaria de la Costa CUC con un grupo de trabajo interactivo de estudiantes de esta institución y de las antes mencionadas.

El libro está compuesto por una Introducción, donde se enfatiza en las grandes consumidoras de energía representadas en las instituciones educativas y por ende propone una metodología que las caracterice energéticamente. Hace hincapié en la falta de conciencia de ahorro energético y en la necesidad de la formación de una cultura energética y vincula a la comunidad en la participación de los proyectos sobre ahorro de energía.

Un programa de ahorro de energía compone la primera parte del texto, destacándose una información sobre la energía eléctrica en Colombia y la importancia del uso racional de la energía, seguida por una segunda parte donde se plantea la metodología a seguir en la caracterización energética en las instituciones de educación, donde se destacan las conformaciones de los grupos de trabajo, características generales de la institución educativa, principales energéticos utilizados en la institución educativa, inventario de equipos o dispositivos consumidores de energía, obtención y análisis de los resultados de consumo de la institución educativa, estimación de las emisiones de CO₂ suspendidas por ahorro de energía, elaboración de encuestas para obtener el compromiso de los estudiantes, conferencias de concientización a estudiantes, profesores y administrativos y socialización de los resultados.

La tercera parte se concreta a la aplicación de la metodología propuesta a un colegio distrital de la ciudad de Barranquilla, estableciéndose la conformación de los grupos de trabajo interactivo entre la Corporación Universitaria De la Costa CUC y el colegio en cuestión dándose a conocer las conclusiones y recomendaciones

de la caracterización energética así como las actividades de mantenimiento y ahorro de los distintos consumidores.

La cuarta parte está dedicada a la aplicación de la metodología en la caracterización energética de un instituto técnico de la ciudad de Barranquilla. En este caso se aplicó al Instituto Técnico Nacional de Comercio.

En la quinta parte del texto se dan a conocer las soluciones suministradas a una institución educativa superior, en este caso a la Corporación Universitaria de la Costa CUC producto de la implementación de un programa de ahorro de energía obtenido por la aplicación de la metodología de caracterización energética.

Para la confección de este libro se desarrollaron múltiples entrevistas con especialistas del ramo, como también algunas experiencias personales. Al final ofrecemos la bibliografía de la cual hemos extraído material valioso para integrar el conjunto.

Agradecemos a todos aquellos a quienes molestamos, la inapreciable ayuda que nos brindaron; y esperamos que las críticas y sugerencias que recibamos contribuyan a enriquecer este trabajo.

M.B.M.

Barranquilla, Diciembre del 2010.

Introducción

Las instituciones de educación en su gran mayoría consumen grandes cantidades de energía, ya que para el desarrollo de sus actividades tanto educativas como administrativas utilizan equipos, principalmente eléctricos, que al no ser controlados o utilizados de forma incorrecta pueden representar gastos excesivos para la institución. El uso de la energía en este tipo de instalaciones depende de un gran número de personas (estudiantes, profesores, administrativos, trabajadores, etc.), que no son conscientes de lo que implica el descuido y derroche de energía y de los altos costos de facturación.

En muchas ocasiones el Uso Racional de la Energía (URE) se aplica con mayor frecuencia en los sectores industriales y comerciales con el interés de reducir costos para ser más competitivos, sin embargo, proponer una metodología para caracterizar energéticamente las instituciones educativas es de gran importancia ya que si el URE se aplica en el sector educativo, el ahorro de los recursos se puede reinvertir en mejoras de la institución y por tanto en beneficio de los estudiantes.

En la actualidad no se cuenta con indicadores que permitan bestmarketing con otros centros educativos y tampoco se realiza su caracterización. Faltando una norma que sugiera a estos centros cómo aprovechar mejor la energía. Por tanto, si se pueden lograr establecer índices de consumo para este sector en la región de la Costa Atlántica se tendría información base que serviría

para el estudio y posterior desarrollo de normativas relacionadas con el URE en este tipo de instituciones.

Otra causa de preocupación para las actuales condiciones de derroche en que estamos viviendo es la falta de conciencia de ahorro energético, por lo que si se involucra al personal de la institución en el proceso de caracterización y gestión se les forma con mayor sentido de pertenencia lo cual repercute en un beneficio para la sociedad y para el medio ambiente, el cual finalmente es el más perjudicado.

Por ello se debe asegurar que las generaciones actuales actúen para preservar el porvenir de las generaciones futuras, para lo cual es necesario desarrollar programas o actividades encaminadas al URE en los centros educativos y así se obtiene un valor agregado muy importante que es la formación de personas en la cultura energética, trascendiendo más allá de los propios centros educativos.

La aplicación del Uso Racional y Eficiente de la Energía es de gran importancia en cualquier sector de la sociedad y en el caso de las instituciones de educación sería beneficioso desde el punto de vista de ahorro de energía, dinero y cuidado del medio ambiente, razones por las cuales surge la idea de desarrollar una metodología para la caracterización energética que permite buscar propuestas para un mayor control y uso eficiente de la energía, usando para esto herramientas de tipo estadístico y técnico para tomar decisiones en cuanto al cambio tecnológico de equipos o dispositivos, operacionales o de costumbres, que finalmente se verá reflejado en una disminución de los costos de la energía.

Esta herramienta, brinda la posibilidad de caracterizar energéticamente a las instituciones, teniendo en cuenta los consumos de mayor relevancia como, la iluminación y la climatización dependiendo de las condiciones y usos de la energía en la institución y analizando los mismos con datos de facturación y diagnósticos de recorrido por áreas, permitiendo llevar un control interno de las oportunidades de ahorro de energía.

Los proyectos sobre ahorro de energía que se realicen en las instituciones educativas permiten entregar a la Institución recomendaciones que logran reducir los costos y contribuir a la disminución de los impactos ambientales debido a la energía no consumida. La metodología presentada se vincula a la comunidad la cual participa directamente en la elaboración del mismo realizando capacitaciones que permitan crear las bases necesarias para el Ahorro de Energía.

Energía Eléctrica en Colombia y la Importancia del uso Racional de la Energía.

La energía tiene un impacto significativo en la economía nacional, como fuente generadora de divisas, como insumo importante (electricidad y calor) en los procesos productivos y en los sistemas de transporte (urbano, interurbano y de carga). En el sector residencial la energía es determinante en la calidad de vida de los ciudadanos, su disponibilidad para toda la población debe constituirse en un factor de equidad social¹.

La revista Dinero publicada en el año 2009, presenta en su artículo Fiebre de Energía, que la Agencia Internacional de Energías anticipa que la demanda global crecerá en 45% para el año 2030. Según los autores Peter Voser, CEO de Shell, en el año 2050, la demanda mundial de energía se va a duplicar pero

¹ UPME, COLCIENCIAS. e-URE. Uso Racional de la Energía. Curso Virtual, 2007.

la escala del sistema es tan grande que las fuentes tradicionales seguirán teniendo una participación dominante. Y para Colombia la demanda crecerá a la par de las tendencias mundiales, donde se expresa según McKinsey, que el crecimiento del consumo de energía per cápita pasará de 923 MW/h en el año 2000, a 2131 MW/h en el año 2030, y según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), en los próximos años el sector crecería en una tasa promedio anual de 3,7%².

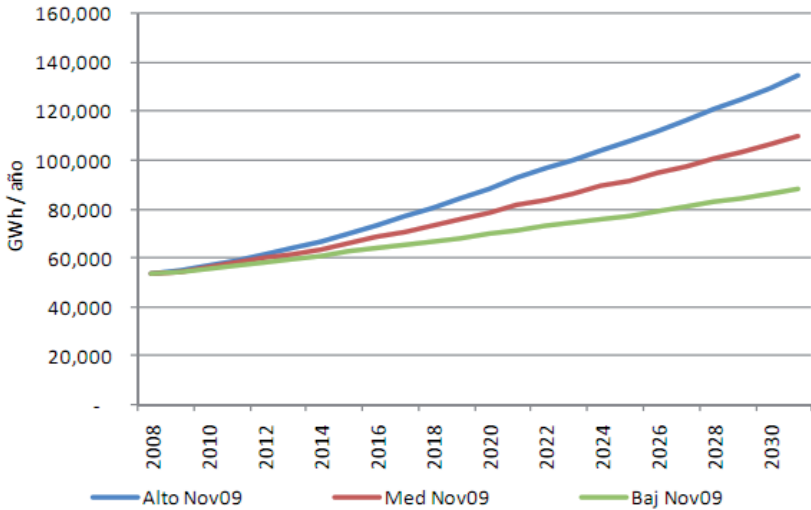
Colombia seguirá demandando cada vez más energía pero ese incremento lleva implícito gastos de energéticos por mal uso, los que a su vez generan costos innecesarios y susceptibles de reducción. En el caso de la energía eléctrica, según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), en el periodo 2003 – 2008 la demanda de energía creció al 3.31% promedio anual³. Y según la misma fuente (ver gráfico 1) las proyecciones de demanda de energía eléctrica y potencia del Sistema Interconectado Nacional para largo plazo, con un horizonte hasta el año 2031⁴, se mantiene un comportamiento tendiente al alza.

² Energía Eléctrica. FIEBRE DE ENERGÍA. Revista Dinero, octubre 30, 2009, pág. 38-45. www.dinero.com

³ UPME, 2009. Plan de Expansión de Referencia. Generación-Transmisión 2009-2023.

⁴ UPME, 2009. "PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIA MÁXIMA".

Gráfica 1. Banda de proyección de demanda nacional de energía eléctrica 2009-2031.

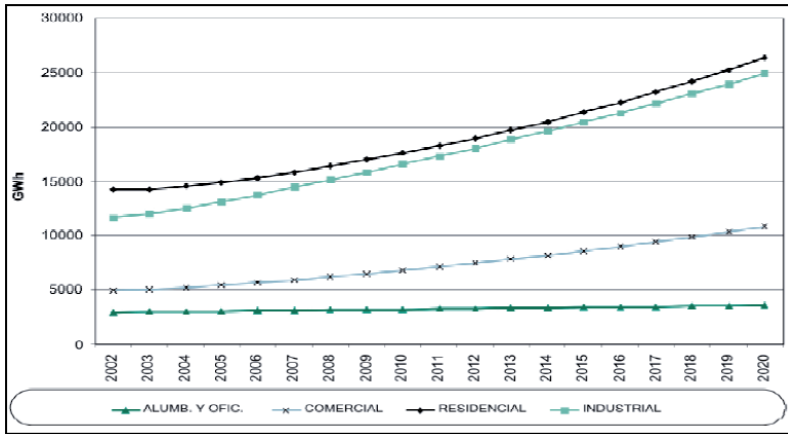


FUENTE: UPME. Proyección de demanda de energía eléctrica y potencia máxima, 2009.

En consecuencia cuando se analiza la demanda de energía desde el 2002 hasta 2020 en el plan energético nacional de Colombia, según muestra la gráfica 2, para los principales sectores socio-económicos del país, se evidencia el incremento en el uso de la energía eléctrica, siendo este un factor positivo desde el punto de vista de desarrollo social y económico, sin embargo, es importante que este aumento lleve consigo la cultura del uso racional y eficiente de la energía⁵.

⁵ UPME. PLAN ENERGETICO NACIONAL 2003 – 2020. <http://www.upme.gov.co/Docs/Plan%20Energetico%20Nacional/3.%20Entorno%20Internacional/planenergetico-05.pdf>

Gráfico 2. Demanda sectorial de electricidad 2002-2020.



FUENTE: UPME, PEN 2003-2020.

En correspondencia con los datos mostrados anteriormente el Uso Racional de la Energía en todos los sectores es de gran importancia para el logro de ahorros energéticos, sin embargo, se muestra el análisis de las proyecciones en energía eléctrica, teniendo en cuenta que en las instituciones de educación los consumos de energía eléctrica son los más relevantes y los que más afectan sus finanzas.

El valor de la energía debe contemplar, además de su precio en dinero, que el consumo de energía tiene un costo social. Su uso irresponsable e indiscriminado produce impactos negativos en la salud ambiental de nuestro planeta, que deberíamos evitar. Todo esfuerzo a realizar para un Uso Racional de la Energía debería estar orientado a dos aspectos: primero a reducir el consumo de energía, utilizándola en forma eficiente e inteligente,

para producir más con el mismo consumo o consumir menos para hacer lo mismo y segundo incluir el uso de energías renovables. Ambos aspectos constituyen una prioridad estratégica para la sustentabilidad de la sociedad moderna⁶.

Tomando la experiencia de CETAP, se puede evidenciar que los resultados que brinda el Uso Racional de la Energía, son positivos y los ahorros energéticos son de una relevancia significativa, por ejemplo, para esta empresa los resultados obtenidos de *un ahorro en promedio del 20% en el presupuesto energético global de las industrias auditadas, obteniéndose en algunos casos excepcionales ahorros superiores a un 45%*; dependiendo esto tanto de la cultura, concientización y nivel de gestión de la empresa, así como de los costos y la tecnología de proceso utilizada.

Del total de los ahorros computados en la experiencia anterior, aproximadamente un 25% de ellos se obtuvieron prácticamente sin requerir inversiones para su implementación, y en la mayoría de los casos el resto necesitó inversiones con un período de repago menor a los 2 años.

El valor de la energía debe contemplar, además de su precio en dinero, el costo social y ambiental. Su uso irresponsable e indiscriminado produce impactos negativos en la salud ambiental de nuestro planeta, que deberíamos evitar.

⁶ CETAP SA. (2009). **CETAP**. Recuperado el 2010, de Uso Racional de la Energía: www.cetapsa.com

El principal gas de efecto invernadero es el dióxido de carbono (CO₂) producido por el uso de combustibles fósiles para energía y transporte. Los efectos del uso indiscriminado de la energía, ha provocado el cambio climático global, debido a la implacable acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, está ya afectando a ecosistemas y provocando muertes adicionales cada año, debido a las afectaciones que repercuten sobre los seres vivos. Para mantener la temperatura dentro de unos límites aceptables, se deben reducir de manera considerable las emisiones de gases de efecto invernadero, un hecho que tiene sentido tanto desde el punto de vista medioambiental como económico. Algunas consecuencias de estos efectos son:

- Incremento del nivel del mar debido al deshielo de los glaciares y a la expansión térmica de los océanos como consecuencia del aumento de las temperaturas
- Emisiones masivas de gases de efecto invernadero provocadas por el deshielo del permafrost y la desaparición de los bosques.
- Alto riesgo por el aumento de sucesos climáticos extremos como olas de calor, sequías e inundaciones, que durante los últimos 30 años han duplicado la incidencia global, principalmente de las sequías y las inundaciones.
- Se verán amenazados sistemas naturales como glaciares, arrecifes de coral, manglares, ecosistemas alpinos, bosques boreales, bosques tropicales, humedales de llanuras y praderas nativas.
- Riesgos crecientes de extinción de especies y pérdida de biodiversidad.

El Uso Racional de la Energía implica una estimación de la energía como recurso productivo, necesita de una sociedad con cultura del ahorro de energía, una implementación de acciones para mejorar la eficiencia energética de los equipos consumidores de recursos energéticos, así como también, el diseño de estrategias de sustitución de energéticos. Los recursos energéticos utilizados en el mundo con mayor frecuencia son aquellos que son agotables y por lo tanto, deben ser utilizados con responsabilidad teniendo en cuenta seguir la ruta del desarrollo sostenible garantizando a las generaciones futuras las adecuadas condiciones de subsistencia.

Programa de ahorro y uso racional de la energía.

El Uso Racional y Eficiente de la Energía, entendido como el aprovechamiento óptimo de la energía en todos los eslabones de las diferentes cadenas energéticas, es una estrategia transversal a todos los objetivos del PEN (Plan Energético Nacional), que se pone de manifiesto en Colombia. El gobierno colombiano ha orientado sus acciones a establecer directrices e impulsar actuaciones que conlleven a resultados, allí donde el mercado por sí solo no los obtiene, y a generar un cambio cultural hacia el Uso Racional de Energía. La estrategia para impulsar las acciones de uso racional y eficiente apunta a superar las barreras identificadas, las cuales son: barreras de mercado, de información, culturales e institucionales.

Teniendo en cuenta que a nivel nacional se está trabajando en la mejora de la eficiencia energética, ya en el Congreso Nacional mediante la expedición de la Ley 697 de 2001 declaró al Uso Racional y Eficiente de

la Energía como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional. En los estudios realizados sobre aplicación del estudio de Ahorro de Energía en colegios, se han encontrados casos aislados en los que se aplican algunas valoraciones de caracterización energética y se toman medidas pero a zonas aisladas del colegio, o en otros casos se aprovecha el estudio para implementar acciones con tecnologías renovables.

De acuerdo con el planteamiento, cualquier debate que trate sobre cualquier problema que afecte la sociedad, no debe tardar mucho algunas personas opinarán, ante la aprobación general, que el problema se arregla desde la escuela⁷. Toma mucha importancia la aplicación de un sistema de gestión energética para concienciar en el Uso Racional de la Energía, logrando llevar desde la docencia hacia el exterior de las instalaciones la cultura del ahorro energético y la conciencia sobre el cuidado del medio ambiente.

Los programas de ahorro de energía están orientados a fomentar el uso racional de la energía mediante acciones y estrategias que permitan el óptimo aprovechamiento de la misma contribuyendo a la economía y el medio ambiente.

La experiencia demuestra que llevar a cabo programas nacionales de ahorro de energía puede tener resultados de corto plazo, estos programas son socialmente rentables y pueden tener un impacto significativo, pero, para que eso ocurra, hay que integrar los elementos que

⁷ Noguera, J. Ma., Nogueras, Puentes, E. Plan de ahorro de energía en un centro escolar. Revista Energía, septiembre 2000. <http://www.energuia.com>

los hacen posible de manera sistemática. En esta línea, la experiencia internacional refiere que son cuatro los elementos claves para lograr que un programa nacional de ahorro de energía sea exitoso: (a) información, (b) inversión, (c) normalización y (d) gestión.

En Colombia mediante Resolución 180919 del 01 de junio de 2010, se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía no Convencionales, PROURE, con el objetivo de “promover el uso racional y eficiente de la energía y demás formas no convencionales que contribuyan a asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el ambiente y los recursos naturales”⁸.

Existen algunos ejemplos de programas nacionales de energía a nivel internacional, que han mostrado buenos resultados siendo ejemplo los siguientes:

- El Programa Nacional para el aprovechamiento de la Energía⁹, liderado por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE, en México, con el objetivo de “identificar oportunidades para lograr el óptimo aprovechamiento de la energía y generar ahorros sustanciales para el país en el mediano y largo plazo”.

⁸ Ministerio de Minas y Energía. Uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energías no convencionales, PROURE, 2010. http://www.minminas.gov.co/minminas/energia.jsp?cargaHome=3&id_categoria=213

⁹ CONEE. http://www.conuee.gob.mx/work/files/pronase_09_12.pdf

- El Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC)¹⁰, siendo uno de sus objetivos “lograr desarrollar hábitos y costumbres en el Uso Racional de la Energía y Protección del Medio Ambiente en las nuevas generaciones”.
- El plan de ahorro de energía y eficiencia energética, liderado por el Instituto para la diversificación y ahorro de energía (IDEA)¹¹, en España, presenta **medidas encaminadas a intensificar el ahorro y la eficiencia energética en el país.**

Las experiencias internacionales muestran evidencias concretas de la factibilidad de un programa de ahorro de energía, teniendo en cuenta el cumplimiento de diferentes factores de relevancia para materializar el desarrollo del mismo. Una vez comienzan a establecerse las medidas del proyecto se comienzan a ver resultados que van desde un 10% hasta un 20 % de disminución de los consumos energéticos, en dependencia de los métodos utilizados para tal fin.

Cualquier sector de la sociedad se adapta a estas estadísticas, solo es cuestión de decidirse y comenzar a tomar las medidas para el ahorro de energía. En instituciones educativas se han llevado a cabo como resultado de proceso de investigación, programas de ahorro de energía con el fin de disminuir los consumos en iluminación y climatización.

10 PAEC. <http://www.energia.inf.cu/PAEC/index.htm>

11 IDAE. Ahorro y eficiencia energética. <http://www.idae.es>

Los programas de ahorro de energía, pretenden realizar una serie de acciones encaminadas al logro de un objetivo, donde las personas tienen la responsabilidad de llevarla a cabo mediante procesos o pasos que finalmente permiten alcanzar un propósito. Siendo aquí donde se evidencia la importancia de la organización de las personas que la conforman, ya que los involucrados tienen que combinar no solo la buena voluntad de llevar adelante el proceso sino también la capacidad técnica que les permita integrar los elementos y dirigir el proceso.

El ingrediente más barato y más útil en un programa de ahorro de energía es la información, entendida como el conjunto de datos que sirve para tomar decisiones. Desde una perspectiva de diseño de estrategias, es muy importante que quienes diseñan programas de ahorro de energía tengan a la mano información no solo de la cantidad de energía que se consume, sino también en qué se consume y cuánto le cuesta a quien la consume.

En otras palabras, es muy importante saber el uso que se le da a la energía y el volumen y las características de los dispositivos que la consumen (el refrigerador, el auto, la caldera, el sistema de iluminación). Con esta información se puede dimensionar el tamaño del esfuerzo en términos de número de acciones y de recursos necesarios para llevarlas a cabo.

Desde la perspectiva de un programa nacional, si el gobierno facilita el acceso a información de tarifas y precios y de alternativas tecnológicas, y apoya a los usuarios para que sepan ubicar, integrar y analizar la información de sus instalaciones de tal manera que estas acciones pueden ser tomadas por todos los sectores y

servir para ahorrar energía rápida y significativamente, ya que el solo hecho de obtener esta información lleva a medidas en corto plazo.

Muchas veces las inversiones en ahorro de energía no se hacen porque no se confía en la tecnología, no se sabe qué hacer, en qué invertir, por qué las inversiones son altas en algunos casos, por qué los periodos de retorno no hacen atractiva la inversión o se tienen otras prioridades, entre muchas otras razones. En este sentido las activas mentes de quienes han buscado aprovechar un negocio evidente como este del ahorro de energía, han diseñado esquemas como el de los contratos de desempeño, que son aquellos donde un tercero toma el riesgo de las inversiones con un pago porcentual del ahorro logrado permitiendo que la institución alcance el ahorro que se consigue con esas inversiones.

Buenas prácticas que pueden ser aplicadas para el ahorro de energía en instituciones educativas.

El programa de ahorro de energía, en instituciones educativas puede estar acompañado de buenas prácticas que permiten de manera general el logro de bajos consumos energéticos, por lo que en cada caso será necesario tener en cuenta los siguientes aspectos y otros que serían el resultado de cada proyecto dependiendo de las características y necesidades de cada institución:

Las Instituciones educativas en la ciudad de Barranquilla, se caracterizan por tener altos consumos de energía, debido a que se presenta un uso no adecuado de los equipos eléctricos disponibles y necesarios para las actividades diarias, por lo que se pudieran considerar

algunas recomendaciones generales que permiten mejoras en la utilización y aprovechamiento de la energía.

Cuando se utilicen computadoras, se pueden considerar prácticas de ahorro, que llevan a un mejor aprovechamiento de la eficiencia de los equipos, tales como:

- Apagar el computador cuando no se esté utilizando en periodos superiores a una hora.
- Configurar el equipo en modo “ahorro de energía”, para posibilitar al computador el estado de reposo o bajo consumo. Esta solución permite consumir hasta un 60 % menos de energía eléctrica.
- Del mismo modo si la institución educativa compra una impresora o fotocopidora nueva, exija que tenga el modo “ahorro de energía”.
- Para la compra de nuevos computadores debe asegurarse que tenga la etiqueta de energy star¹² etiquetado obligatorio para los equipos ofimáticos eficientes.

En el uso de ventiladores, se deben considerar acciones que llevan a mejorar la eficiencia de estos equipos, y tener en cuenta las condiciones de los locales para evitar la ganancia térmica (obtención de calor) tanto interior como exterior.

¹² Energy Star: es un programa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos creado en 1992 para promover los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad, reduciendo de esta forma la emisión de gas de efecto invernadero por parte de las centrales eléctricas.

- En caso de ser posible se podría dotar la planta física de ventilación inducida natural¹³, que con una inversión inicial mayor ahorra por concepto de energía resultados idóneos en la ventilación.
- Buscar mejores condiciones con la orientación respecto al sol de las instalaciones.
- Desconectar todos los equipos de ventilación cuando recesen las actividades y los que no sean necesarios eventualmente.
- Reducir la carga térmica del local, apagando las luces innecesarias y cambiando de ubicación e incluso de local algunos equipos que la acentúan y admitan esos desplazamientos.
- Abrir puertas y ventanas, evitar los obstáculos que impidan la circulación del aire.
- No bloquear el flujo de aire cargado entre puertas y ventanas.
- Reubicar los ventiladores para evitar que el volumen de aire en movimiento esté por encima de las necesidades, desconectar los que no sean necesarios.
- Pintar con colores claros paredes (interiores y exteriores) y techos para que reflejen la radiación y almacenen poca energía (especialmente en los

¹³ Ventilación inducida natural: Es la que se realiza mediante la adecuada ubicación de superficies, pasos o conductos aprovechando las depresiones o sobre presiones creadas en el edificio por el viento, humedad, sol, convección térmica del aire o cualquier otro fenómeno sin que sea necesario aportar energía al sistema en forma de trabajo mecánico.

exteriores, donde nunca debe pintarse más allá de los colores claros).

- Mejorar las condiciones de aislamiento de los locales (apantallar los rayos solares directos: celosías y aleros u otros métodos similares).
- Utilizar motores con regulación de velocidad para poder variar los flujos de aire para diferentes condiciones de carga térmica del local (al menos dos pasos de velocidad).

El consumo de energía debido al uso de aires acondicionados, es el más representativo en las instituciones educativas. Los trabajos de caracterización realizados en el proyecto que se presenta en este libro, muestran como resultado que los consumos energéticos por concepto de climatización representan el mayor porcentaje y afectan considerablemente la facturación mensual de la institución educativa.

Por tanto, tomar medidas conducentes al logro de ahorros en la climatización por medio del uso de aires acondicionados, puede ser de gran impacto y en consecuencia, aportar al buen desarrollo educativo. Algunas medidas a considerar pueden ser:

- Fijar una temperatura de confort de alrededor de 24 °C según el tipo de actividad, la cantidad de personas, el área del local y las necesidades para el verano.
- Intentar repartir correctamente el frío, evitando corrientes de aire muy frías y otras demasiado calientes.

- Asegurar una buena ubicación del equipo de climatización.
- Limpiar y revisar periódicamente su sistema de aire acondicionado (cada 2 ó 3 meses), esta medida podría suponer un ahorro de entre un 3 % y un 10 % del consumo de energía utilizado para la climatización.
- Durante la noche utilizar aire exterior para climatizar.
- Instalar toldos exteriores o plantar árboles para evitar en verano la insolación directa.
- Instalar o cambiar de lugar el condensador a un sitio más fresco y mejor ventilado, donde no incida el sol.

El nivel de iluminación estará determinado en función de la actividad realizada en cada dependencia dentro de la institución educativa, por tanto es importante considerar el uso racional de la energía de la misma y para ello se puede tener en cuenta:

- Aprovechar siempre que sea posible la luz natural, procurando que esta no produzca deslumbramientos en el trabajo.
- Sustituir los tubos fluorescentes tradicionales por otros de alto rendimiento, pues obtendrá un 10 % de mayor flujo luminoso con menor consumo y mayor vida.
- Los sistemas de arranque de lámparas de descarga deben ser electrónicos para obtener un menor consumo.

- Utilizar siempre que sea posibles detectores de presencia o temporizadores, en servicios, despachos individuales, almacenes interiores o pasillos con escasa presencia.
- Cuándo se realice una sustitución de lámparas, sistemas auxiliares y luminarias intente que sean del mismo fabricante o de características semejantes, no siempre es un buen ahorro, el comprar aparatos más económicos.
- Una limpieza de lámparas y luminarias programada dos veces al año, implica una reducción del 20 % en el consumo al tener que instalar menor número de lámparas.

Es importante que las instituciones encargadas de educar y formar en competencias a los ciudadanos colombianos fomenten dentro de los currículos en los procesos de docencia e investigación, la *educación energética*, ya que los estudiantes y comunidad en general tienen que estar preparados y contar con las competencias que les permitan ser competitivos en el mundo actual y para el caso de la energía, tienen que ser capaces de: optimizar el uso energético, reducir costos y demostrar su compromiso con la conservación del medioambiente.

Metodología de Caracterización Energética a Instituciones de Educación.

Las instituciones de educación pueden estar ajenas a la importancia que representa el Uso Racional y Eficiente de la Energía para sus beneficios desde el punto de vista de ahorro de energía, dinero y cuidado del medio ambiente, razones por las cuales surge la idea de desarrollar una metodología que permita buscar mejoras que conduzcan al ahorro de energía donde se identifiquen las mayores oportunidades energéticas y buscar propuestas para un mayor control y uso eficiente de la energía.

La herramienta brinda la posibilidad de caracterizar energéticamente a las instituciones según sus características teniendo en cuenta los consumos de mayor relevancia como la iluminación y la climatización dependiendo de las condiciones y usos de la energía en la institución y analizando los mismos con datos de facturación y en diagnósticos de recorrido por áreas principalmente en salones de clase, oficinas y laboratorios, permitiendo llevar un control interno de las oportunidades de ahorro de energía con ayuda

de índices de consumo basados en conclusiones y recomendaciones facilitadas por el uso de la metodología propuesta, permitiendo pasar a la implementación del sistema de gestión.

La aplicación de la metodología de caracterización energética facilita la administración de la energía permitiendo que se establezcan medidas para controlar los consumos energéticos, disminuyendo los gastos en energía eléctrica y mejorando la calidad de la Institución, enfocando esfuerzos y dinero en otras necesidades académicas.

La metodología para la Caracterización Energética a instituciones de educación está organizada de tal forma que sea fácil de aplicar por el equipo de trabajo que realizará la caracterización energética y cuenta en cada paso a desarrollar con tablas para la toma de datos, facilitando y agilizando la ejecución del estudio.

Conformación del grupo de trabajo.

Se conforma el grupo de trabajo, distribuyendo las tareas que deben realizar y cumplir cada miembro que conforma el equipo, para que haya un buen aprovechamiento del tiempo y se garantice calidad en la búsqueda de información y mediciones. Es importante que participen profesores, estudiantes, trabajadores administrativos y en caso de ser necesario consultores externos, siendo de gran importancia la participación de directivos de la institución para estimular al cumplimiento, calidad y reconocimiento del trabajo de auditoría (ver tabla 2.1)

**Tabla 1. Grupo de trabajo del colegio
para elaboración del proyecto**

| NOMBRE Y APELLIDOS | CARGO | TAREAS | TIEMPO |
|--------------------|-------|--------|--------|
| | | | |
| | | | |

Características generales de la Institución de Educación a caracterizar.

Para conocer la Institución a caracterizar es importante tener en cuenta las características generales de la misma, relacionándose a continuación las necesarias, aunque mientras más información se aporte será mejor para manejar el análisis de los resultados.

Tabla 2: Descripción y caracterización del colegio.

| |
|---|
| NOMBRE DEL COLEGIO |
| DIRECCION DEL COLEGIO (Ubicación Geográfica) |
| AÑO DE FUNDADO EL COLEGIO |
| RAZON SOCIAL DEL COLEGIO |
| NIVELES DE FORMACION DEL COLEGIO |
| MISION DEL COLEGIO |
| VISION DEL COLEGIO |
| ESTRUCTURA ORGANICA DE LA INSTITUCION |
| GRADOS ACADEMICOS |
| CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS ESTUDIANTES |
| CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS DOCENTES |
| ¿CÓMO SE DESARROLLA EN EL ESTUDIANTE LA HABILIDAD PARA INVESTIGAR? |
| ¿QUE ASIGNATURAS INCIDEN DIRECTAMENTE CON EL ESTUDIO DE LA ENERGIA? |

FUENTE: Elaboración propia.

Para conocer la Institución a caracterizar es importante tener en cuenta las características generales de la misma, mientras más información se aporte será mejor para manejar el análisis de los resultados. Entre la información a recopilar se puede incluir:

- *Horarios.*

Dentro de las instituciones de educación se manejan diferentes horarios dependiendo de cada actividad, sin embargo el análisis se puede realizar para cada horario o simplemente se toma un promedio lógico para los análisis de consumo generales.

- *Cantidad de estudiantes, profesores, trabajadores administrativos, otros.*

Es importante conocer la cantidad de personas que utilizan las instalaciones de la institución, teniendo en cuenta que los consumos en las instituciones de educación están en beneficio del personal que las utiliza.

- *Infraestructura general de la institución.*

Es importante para la organización del estudio de caracterización y para tener en cuenta en los datos de consumo de energía, es necesario conocer:

- Cantidad de salones, locales, oficinas, etc., y su ubicación dentro de la institución.
- Cuál es el uso que se le da a cada salón, local, oficina, etc., dentro de la institución.
- Horarios de uso para cada salón, local, oficina, etc., dentro de la institución.

- Cantidad de personas dentro de cada salón, local, oficina, etc., de la institución.
- Área dentro de cada salón, local, oficina, etc., de la institución.

Tabla 3: Ubicación de oficinas y salones (para cada sede).

| SALON, OFICINA, LABORATORIOS Y OTROS | BLOQUE | USOS | AREA (m2) | MEDIDAS (largo x ancho) | CANTIDAD DE PERSONAS | HORARIOS DE USO POR ACTIVIDAD |
|---|--------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Principales energéticos utilizados en la Institución de Educación a caracterizar.

Se puede conocer cuáles son los principales energéticos de la institución, tomando los datos de facturación por cada portador (1 a 2 años), según la organización que tenga la misma.

Tabla 4: Datos de facturación (Energía Eléctrica y Agua).

| CONCEPTO | Año | MES | CONSUMO (kW/h) | TOTAL A PAGAR EN LA FACTURA (\$) |
|----------------------|-----|-----|-------------------|-------------------------------------|
| ENERGIA ELECTRICA | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| CONCEPTO | Año | MES | CONSUMO (m3/h) | TOTAL A PAGAR EN LA FACTURA (\$) |
|----------|-----|-----|-------------------|-------------------------------------|
| AGUA | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Inventario de equipos de equipos o dispositivos consumidores de energía dentro de la Institución de Educación a caracterizar.

Una vez identificados los principales consumos, es necesario inventariar cada equipo o dispositivo consumidor de energía dentro de la institución, siendo de gran utilidad los datos obtenidos anteriormente en el conocimiento general de la infraestructura. En muchos casos, es de vital importancia el diagnóstico de recorrido por toda la institución para el inventario y valoración de los consumos, para el análisis posterior de los resultados será necesario determinar:

- Ubicación del equipo o dispositivo consumidor de energía dentro de la institución.
- Tipo y clasificación del equipo o dispositivo consumidor de energía dentro de la institución.
- Cantidad de equipos o dispositivos consumidores de energía, según el tipo y clasificación y ubicación dentro de la institución.
- Datos generales y características de consumo para cada equipo o dispositivo consumidor de energía, según datos del fabricante.

- Funcionamiento del equipo en el momento del diagnóstico (malo o bueno).
- Estado del equipo o dispositivo consumidor de energía en el momento de diagnóstico (malo o bueno)
- Uso que se le está dando al equipo o dispositivo consumidor de energía en el momento del diagnóstico (necesario o innecesario).
- Tiempo de utilización del equipo o dispositivo consumidor de energía (Total, necesario, innecesario)
- Ubicación dentro del local teniendo en cuenta el mejor aprovechamiento de los equipos o dispositivos consumidores de energía (buena o mala).
- Toma de mediciones para conocer los parámetros de operación y las condiciones de funcionamiento de los equipos o dispositivos consumidores de energía, en este punto se debe tener en cuenta las posibilidades de instrumentación y conocimiento técnico de ejecutor de la actividad.

Obtener y analizar los resultados de consumos de energía de la Institución de Educación a caracterizar.

Con los datos obtenidos en los pasos desarrollados anteriormente, se puede llegar a una visión general de los portadores energéticos más incidentes en los costos de la institución y con mayor posibilidad de ahorro, los equipos y dispositivos más consumidores de energía, las áreas más consumidoras, etc, permitiendo tomar

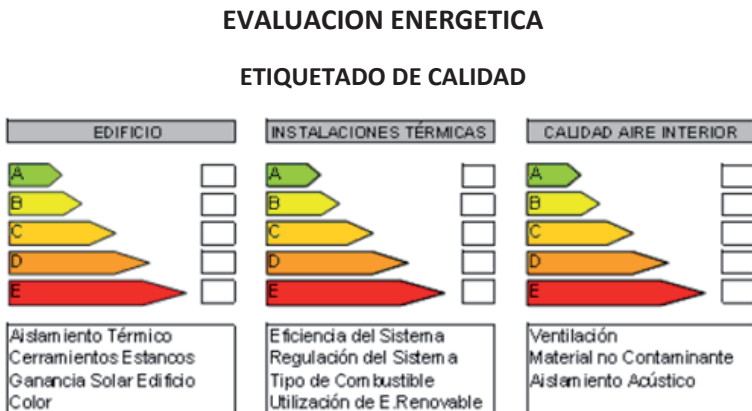
medidas para el aprovechamiento de la energía dentro de la institución. En algunos casos será necesario realizar mediciones más exactas con ayuda de instrumentos de medición para aportar medidas más confiables, a la hora de estimar los posibles ahorros energéticos.

Estimación de las emisiones de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por concepto de ahorro de energía.

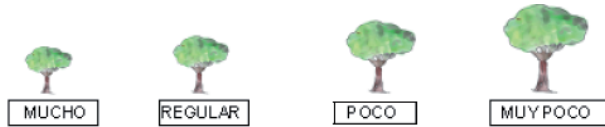
Es importante tener en cuenta en cada estudio de ahorro de energía, la cantidad de emisiones de CO₂ que se dejan de emitir a la atmósfera considerando que es de gran importancia la reducción de gases contaminantes al medio ambiente, y de esta forma contribuir a su conservación, cumpliendo con el Protocolo de Kyoto.

Al finalizar el estudio de caracterización se puede dar una evaluación energética a la institución que indique su estado en el momento de la auditoria, para ello se puede utilizar el siguiente esquema:

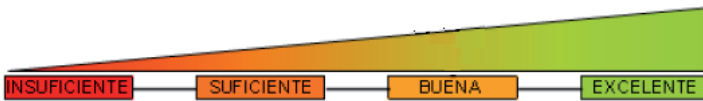
Gráfica 3. Evaluación Energética a edificaciones.



IMPACTO AMBIENTAL CO₂



EVALUACION ENERGETICA DEL EDIFICIO



FUENTE: Certificación Energética Edificios, España 2006

La metodología se prueba en una Institución de Educación Superior de la ciudad de Barranquilla, aportando buenos resultados. A continuación se muestran algunos resultados del caso de estudio.

Elaboración de Encuestas para conocer el compromiso de los participantes con el Uso Racional de la Energía.

En el proceso de Gestión Eficiente de la Energía en Instituciones Educativas, los principales participantes del proceso son los individuos que a diario utilizan la energía de la institución, por ello es importante conocer el compromiso que estos tienen para contribuir con el ahorro de energía eléctrica, siendo importante para materializar las recomendaciones que quedan durante y una vez terminada la caracterización energética.

Para llevar a cabo este proceso, se toma una muestra significativa de estudiantes, profesores y administrativos y se le aplica una encuesta que finalmente indica en

que porcentaje la falta de ahorro se genera por falta de conciencia de los beneficiados con la energía. Una vez se tengan los resultados, se puede preparar al personal para llegar a lograr el Uso Racional de la Energía en la Institución.



Grado cursado: _____



ENCUESTA SOBRE USO RACIONAL DE LA ENERGÍA A COLEGIO DISTRITAL MARIA AUXILIADORA.

El ahorro de energía es de gran importancia en nuestros hogares y en el colegio, sin embargo, en ocasiones aunque pensemos que somos ahorradores nos faltan realizar algunas acciones que se pueden mejorar ayudándonos a vivir en un mundo de ahorro energético, y permitiéndonos cuidar mejor el medio ambiente. A continuación encontrarás algunas preguntas que debes contestar con sinceridad.

1. ¿En tu casa realizas acciones que te permiten ahorrar energía eléctrica?

Si No A veces No sé

2. ¿Cuándo en tu casa o colegio observas que algún electrodoméstico en general (lámparas, televisor, ventilador, licuadora, plancha, etc.), quedan encendidos y nadie los está utilizando, enseguida realizas alguna de estas acciones?

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Los apagas. | <input type="checkbox"/> No lo apagas. |
| <input type="checkbox"/> Los apagas cuando algún adulto te lo pide. | <input type="checkbox"/> A veces lo apagas. |
| <input type="checkbox"/> Le pides a algún adulto que lo apague. | <input type="checkbox"/> Me es indiferente |

3. ¿En tu casa cuándo se apagan los electrodomésticos (televisor, ventilador, licuadora, plancha, etc.) para salir a pasear o para dormir, también se desconectan desde el toma corriente?

Si No A veces No sé

4. ¿En tu casa te piden que ahorres energía eléctrica?

Si No A veces

Si la respuesta es SI o A VECES, diga por qué te piden que lo hagas. _____

5. ¿En tu casa realizas acciones que te permiten ahorrar energía eléctrica?

Si No A veces No sé

6. ¿Crees que en tu colegio los profesores ahorran energía?

Si No A veces

Si la respuesta es A VECES, diga ¿por qué? _____

7. Cuando ahorramos energía eléctrica, podemos decir que:

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ahorramos dinero | <input type="checkbox"/> Ahorramos dinero y cuidamos el medio ambiente |
| <input type="checkbox"/> Cuidamos el medio ambiente. | <input type="checkbox"/> No sé. |

8. Que ideas propones para ayudar a mejorar o cuidar el Medio Ambiente? _____

9. ¿Qué ideas tienes para ayudar a ahorrar energía en tu casa o en tu colegio? _____

GRACIAS POR PARTICIPAR EN LA ENCUESTA

FUENTE: Elaboración propia.

Conferencia de Concientización a estudiantes, profesores y administrativos.

Teniendo en cuenta el tipo de Institución a caracterizar energéticamente y los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas, se realiza una campaña de concientización por medio de conferencias a estudiantes, profesores y administrativos, para crear un ambiente con cultura energética y se pueda lograr que cada participante del proceso contribuya al ahorro de energía.

Socialización de los Resultados de la Caracterización Energética en la Institución Educativa.

Para que se puedan aplicar las recomendaciones resultado de la caracterización energética a la Institución Educativa, es importante que toda la comunidad estudiantil, académica y administrativa, conozca los resultados finales que arroja el estudio, y cuáles son las soluciones para cada caso. Si se muestra los errores en cuanto a derroche de energía, es más fácil pedir que se ahorre en ese sentido.

Validación de la Metodología en Instituciones Educativas de la Ciudad de Barranquilla.

El uso indiscriminado de la energía eléctrica en las instituciones de educación, por no aplicarse el Uso Racional de la Energía, es la causa de los altos costos en facturación mensual y la deficiencia en el proceso de formación de sus estudiantes hacia una cultura del ahorro y el cuidado del medio ambiente.

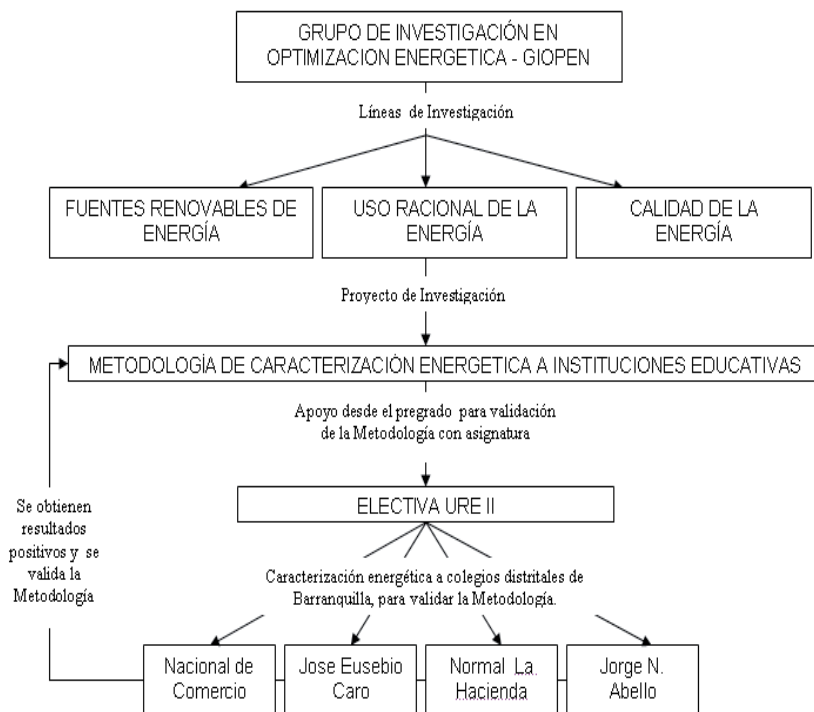
El apoyo a la Investigación desde el pregrado posibilita la validación del proyecto de Investigación dirigido por el docente-investigador, que desde el grupo de Investigación en optimización energética GIOPEN y con énfasis en la línea de investigación en Uso Racional de la Energía se trabajó para apoyar el estudio y validación¹⁴.

La aplicación de la Metodología de Caracterización Energética en cuatro colegios distritales de la ciudad

¹⁴ Balbis Morejón, Milen. La caracterización energética a colegios distritales de barranquilla una experiencia apoyada por la electiva "URE II". Memorias Reunión Nacional, ACOFI 2009.

de Barranquilla para la validación del proyecto, se logra con el apoyo de la Electiva “Uso Racional de la Energía II” de noveno semestre de Ingeniería Eléctrica. Con este método (ver figura 1) se pudo lograr la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos por el estudiantado y llevarlos a realizar trabajos de nivel profesional con la asesoría del investigador principal (docente de la asignatura).

Gráfica 4. Esquema para la validación de la Metodología de caracterización energética a colegios distritales apoyada desde el pregrado con estudiantes de la asignatura Electiva URE II.



FUENTE: ACOFI, 2009. Memorias Reunión Nacional.

Basados en la Metodología se comienza para cada caso de estudio por la conformación del grupo de trabajo integrado por los representantes de cada institución involucrada facilitando el fortalecimiento del sentido de pertenencia de la comunidad del colegio, cuidando por los intereses del mismo y caminando todos hacia la mejora de las condiciones de la institución que podrían aportar los ahorros obtenidos.

La identificación de las condiciones energéticas del colegio se inicia con el estudio de las facturas de energía mensuales, tomándose una muestra de 6 meses o más en dependencia de los datos registrados por la Institución. Llevando este resultado a la siguiente interrogante: ¿Cuáles fueron las causas que provocaron la variación en el consumo?

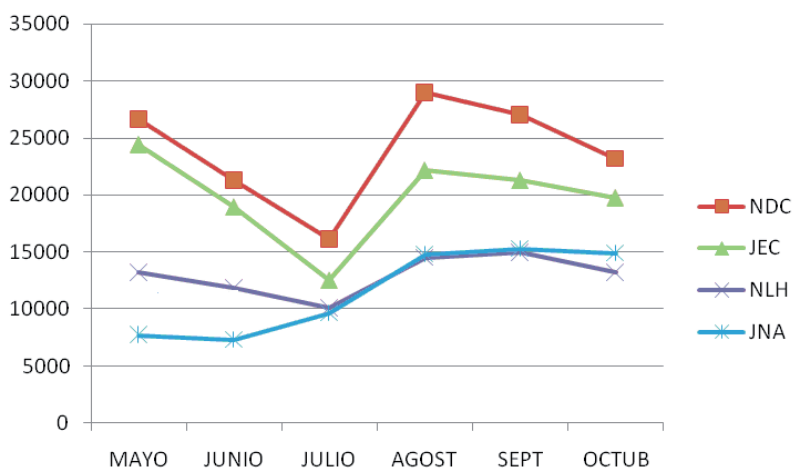
Tabla 5. Consumo de Energía Eléctrica (kW.h) en el 2008 para cuatro colegios distritales de la ciudad de Barranquilla.

| INSTITUCION | | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOST | SEPT | OCTUB |
|-------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | NACIONAL DE COMERCIO (NDC) | 26640 | 21280 | 16160 | 28980 | 27040 | 23200 |
| 3 | JOSE EUSEBIO CARO (JEC) | 24400 | 18960 | 12560 | 22160 | 21280 | 19760 |
| 4 | NORMAL LA HACIENDA (NLH) | 13200 | 11880 | 10120 | 14520 | 14960 | 13200 |
| 5 | JORGE N. ABELLO (JNA) | 7740 | 7320 | 9660 | 14820 | 15300 | 14940 |

La administración de la energía desde cualquier sector consumidor de energía eléctrica puede resultar ventajosa, ya que con la disminución de los indicadores de consumo se puede ahorrar otros recursos que luego se utilizarán para el beneficio de la institución.

Cada colegio aunque con características de infraestructura diferentes coinciden en la variación mensual de los consumos de energía eléctrica (ver figura 2), por tanto, es importante determinar cuáles son las medidas a adoptar en cada caso para disminuir estos valores que muestran una variación mensual, disminuyendo significativamente cuando cesan las actividades por vacaciones.

Gráfica 5. Comportamiento de los Consumo de Energía Eléctrica (kW.h) mensuales para cuatro colegios distritales de la ciudad de Barranquilla.



FUENTE: Elaboración propia.

Para administrar eficientemente la energía y tomar decisiones en la instalación, distribución y uso de la misma es necesario conocer cuál es la potencia instalada en la Institución para identificar la posibilidad de instalación de nuevos equipos, reemplazo por equipos más eficientes o la racionalización de la energía utilizada con los que se tienen, considerando las condiciones del sistema eléctrico del colegio y/o los gastos energéticos.

La recolección de datos por inspección visual y mediciones se logra con el apoyo de los estudiantes, mostrándose a cada colegio estadísticas desconocidas por la dirección de las instituciones y permitiendo realizar el análisis de carga instalada para cada colegio, lo que facilita la estimación de ahorros.

Tabla 6. Comportamiento de la potencia instalada en cuatro colegios distritales de Barranquilla y potencial de ahorros estimados.

| INSTITUCION | | VENT. | A / A | ILUMIN | OTROS | TOTAL kW | AHORRO |
|-------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|
| 2 | NACIONAL DE COMERCIO | 19,86% | 53,69% | 10,50% | 15,94% | 51,25 | 20% |
| 3 | JOSE EUSEBIO CARO | 5,40% | 57,30% | 25% | 12,30% | 74,22 | 20% |
| 4 | NORMAL LA HACIENDA | 3% | 46% | 44% | 7% | 319,45 | 5% |
| 5 | JORGE N. ABELLO | 6,7% | 47,70% | 28% | 17,60% | 58,92 | 25% |

El censo de carga, indica que la potencia total instalada para cada colegio, está distribuida en ventilación, iluminación, otros equipos poco consumidores de energía eléctrica, Aires Acondicionados y equipos de refrigeración por tanto, el resultado obtenido muestra que en todos los casos de estudio los mayores consumos de energía eléctrica se encuentran en aire acondicionado y refrigeración, representando el 20 % de los equipos que consumen el 80% de la energía eléctrica, en consecuencia los mayores ahorros se obtendrán de una mejor distribución de la carga térmica para garantizar el buen funcionamiento de estos equipos, programar su mantenimiento y garantizar el uso racional de los mismos.

Teniendo en cuenta el tipo de Institución a caracterizar energéticamente y los resultados obtenidos, se realizará una campaña de concientización por medio de conferencias a estudiantes, profesores y administrativos, para crear un ambiente con cultura energética y se pueda lograr que cada participante del proceso contribuya al ahorro de energía.

Caracterización energética a colegio distrital de la ciudad de Barranquilla.

Usar Racionalmente la Energía en los Colegios Distritales de Barranquilla, es una oportunidad para ahorrar y aprender. La validación de la metodología para la caracterización energética a la institución distrital se realizó en el primer semestre del 2008,

y permitió llevar el determinar las oportunidades de ahorro energético para la institución, para reducir costos y contribuir a la disminución de los impactos ambientales debido a la energía no consumida. En el proyecto se vinculó a la comunidad participando directamente en la elaboración del mismo y realizando capacitaciones que permitan crear las bases necesarias para el Ahorro de Energía. La investigación es realizada en el colegio distrital María Auxiliadora.

Conformación del grupo de trabajo entre la CUC y el Colegio Distrital.

Desde el Grupo de Investigación en Optimización Energética (GIOPEN) de la Corporación Universitaria de la Costa (CUC) se puede integrar la capacidad técnica con la disposición de los estudiantes para participar en el proceso, logrando combinar la teoría con la práctica y crear las competencias profesionales en uso racional de la energía desde la Universidad como una alternativa de ahorro de energía.

En la etapa inicial de la caracterización energética se presenta el proyecto al colegio y se crea el grupo de trabajo para definir las tareas y el cronograma de trabajo.

Tabla 7. Grupo de trabajo del colegio para elaboración del proyecto

| RESPONSABLE | CARGO | TAREAS | TIEMPO (%) |
|---|--|--|------------|
| CORPORACION UNIVERITARIA DE LA COSTA (CUC) | | | |
| | Director de Programa. Ing. Eléctrica | Coordinación | 25 |
| | Investigadora Principal | Coordinación, toma de datos, análisis de resultados, preparar y dictar conferencia, entregar resultados finales. | 100 |
| | Estudiante 1 | Recolección de datos, apoyo al proyecto. | 50 |
| | Estudiante 2 | Recolección de datos, apoyo al proyecto. | 50 |
| COLEGIO DISTRITAL | | | |
| | Rectora Colegio | Coordinación | 5 |
| | Docente responsable del Colegio del apoyo. | Asesorar y coordinar proyecto con los Estudiantes del Colegio | 10 |
| | Estudiante 1 | Recolección de datos, Análisis de resultados | 25 |
| | Estudiante 2 | Recolección de datos, Análisis de resultados. | 25 |

Características generales del Colegio Distrital.

Para obtener resultados con la mejor calidad es importante conocer la planta física del colegio caso de estudio, así como su estructura académica.

Tabla 8: Descripción y caracterización del Colegio Distrital.

| |
|---|
| NOMBRE DEL COLEGIO |
| DIRECCION DEL COLEGIO (Ubicación Geográfica) |
| AÑO DE FUNDADO EL COLEGIO |
| RAZON SOCIAL DEL COLEGIO |
| NIVELES DE FORMACION DEL COLEGIO |
| MISION DEL COLEGIO |
| VISION DEL COLEGIO |
| ESTRUCTURA ORGANICA DE LA INSTITUCION |
| GRADOS ACADEMICOS |
| CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS ESTUDIANTES |
| CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS DOCENTES |
| ¿COMO SE DESARROLLA EN EL ESTUDIANTE LA HABILIDAD PARA INVESTIGAR? |
| ¿QUÉ ASIGNATURAS INCIDEN DIRECTAMENTE CON EL ESTUDIO DE LA ENERGIA? |

FUENTE: Elaboración propia.

Los datos necesarios para recolectar los valores de planeación en el análisis a la planta física del colegio, se realiza mediante el recorrido por las instalaciones y con la ayuda del plano de la institución.

**Tabla 9. Ubicación de oficinas y salones en Colegio
Distrital para el horario de la mañana.**

| SALON, OFICINA, LABORATORIOS Y OTROS | USOS | AREA (m2) | MEDIDAS (largo x ancho) | CANTIDAD PERSONA | HORARIOS DE USO POR ACTIVIDAD |
|---|-------------|----------------------|--|-----------------------------|--|
| Salón 6º #1 | Docencia | 44,3 | 8.87x5 | 39 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 6º #2 | Docencia | 44,3 | 8.87x5 | 39 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 6º #3 | Docencia | 44,3 | 8.87x5 | 39 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 6º #4 | Docencia | 44,3 | 8.87x5 | 39 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 7º #1 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 37 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 7º #2 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 36 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 7º #3 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 37 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 7º #4 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 37 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 8º #1 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 38 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 8º #2 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 37 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 8º #3 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 36 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 8º #4 | Docencia | 27,1 | 5,40x5,02 | 39 | 6:30am- 12:30m |
| Salón 9º #1 | Docencia | 49,8 | 7,90x6,30 | 45 | 6:30am- 12:30m |

| | | | | | |
|----------------------|----------------|-------|-----------|----|---------------|
| Salón 9º #2 | Docencia | 49,8 | 7,90x6,30 | 48 | 6:30am-12:30m |
| Salón 9º #3 | Docencia | 49,8 | 7,90x6,30 | 48 | 6:30am-12:30m |
| Salón 10º #1 | Docencia | 40,5 | 5,86x6,92 | 40 | 6:30am-12:30m |
| Salón 10º #2 | Docencia | 40,5 | 5,86x6,92 | 41 | 6:30am-12:30m |
| Salón 10º #3 | Docencia | 40,5 | 5,86x6,92 | 40 | 6:30am-12:30m |
| Salón 11º #1 | Docencia | 40,5 | 5,86x6,92 | 34 | 6:30am-12:30m |
| Salón 11º #2 | Docencia | 40,5 | 5,86x6,92 | 33 | 6:30am-12:30m |
| Salón 11º #3 | Docencia | 40,5 | 5,86x6,92 | 36 | 6:30am-12:30m |
| Atención a padres | Administrativo | 20.3 | 4.62x4.4 | | |
| Rectoría | Administrativo | 46.1 | 7.2x6.4 | | |
| S u b - coordinación | Administrativo | 7.6 | 2.66x2.85 | | |
| Kiosco | Otros | 23,1 | 7,60*3,04 | | |
| Biblioteca | Docencia | 125.4 | 9.8x12.8 | | |
| Comedor | Otros | 40.0 | 5.40x8 | | |

FUENTE: Elaboración propia.

En el horario de la tarde y de la noche, se ofrecen actividades para los grupos de primaria y los cursos nocturnos, utilizándose los mismos salones de la mañana, solo existe variación en el número de estudiantes. A continuación, se referencia la cantidad de estudiantes por grupo, que secciona en estos horarios.

Tabla 10: Ubicación de oficinas y salones en Colegio Distrital para el horario de la tarde y de la noche.

| SALON, OFICINA, LABORATORIOS Y OTROS | USOS | CANTIDAD PERSONA | HORARIOS DE USO POR ACTIVIDAD |
|---|-------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Salón 2º #1 | Docencia | 32 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 2º #2 | Docencia | 32 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 2º #3 | Docencia | 32 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 2º #4 | Docencia | 32 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 2º #5 | Docencia | 33 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 3º #1 | Docencia | 37 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 3º #2 | Docencia | 36 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 3º #3 | Docencia | 36 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 3º #4 | Docencia | 37 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 3º #5 | Docencia | 37 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 4º #1 | Docencia | 38 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 4º #2 | Docencia | 37 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 4º #3 | Docencia | 37 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 4º #4 | Docencia | 37 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 4º #5 | Docencia | 37 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 5º #1 | Docencia | 36 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 5º #2 | Docencia | 35 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 5º #3 | Docencia | 35 | 12:30m-5:30pm |
| Salón 5º #4 | Docencia | 34 | 12:30m-5:30pm |

| | | | |
|-------------|----------|----|----------------|
| Salón 5º #5 | Docencia | 36 | 12:30m-5:30pm |
| Ciclo II | Docencia | 11 | 5:30pm-10:30pm |
| Ciclo III | Docencia | 22 | 5:30pm-10:30pm |
| Ciclo IV | Docencia | 47 | 5:30pm-10:30pm |
| Ciclo V-I | Docencia | 37 | 5:30pm-10:30pm |
| Ciclo V-II | Docencia | 37 | 5:30pm-10:30pm |

FUENTE: Elaboración propia.

En el colegio existe un total de 1675 estudiantes, 62 profesores dividiéndose en 30 de bachillerato, 20 de primaria, 12 sección nocturna, además laboran 5 administrativos divididos en 1 secretaria, 3 aseadores y 1 contador.

Principales energéticos utilizados en el Colegio Distrital.

Para el análisis de los consumos por medio de las facturas, es importante la gestión de cada una de las facturas para los meses que se requiera el estudio, mientras mayor sea la cantidad de muestras mejor se verán reflejados los cambios en el consumo, además se podrá relacionar un promedio de consumo diario que refleja una visión más acertada del comportamiento energético. Sin embargo, en ocasiones no es posible acceder a cada factura para los mismos meses en diferentes años, por lo que será necesario adaptar los gráficos a los datos obtenidos.

Tabla 11. Datos de facturación para el año 2007 y el primer semestre del 2008.

| CONCEPTO | Año | MES | CONS. (kW/h) |
|------------------------------|------------|------------|-------------------------|
| ENERGIA ELECTRICA | 2007 | Enero | 1640 |
| | 2007 | Febrero | 4920 |
| | 2007 | Marzo | 6000 |
| | 2007 | Abril | 6240 |
| | 2007 | Mayo | 4512 |
| | 2007 | Junio | 6768 |
| | 2007 | Julio | 5615 |
| | 2007 | Agosto | 8080 |
| | 2007 | Septiembre | 7680 |
| | 2007 | Octubre | 6640 |
| | 2007 | Noviembre | 6320 |
| | 2007 | Diciembre | 3600 |

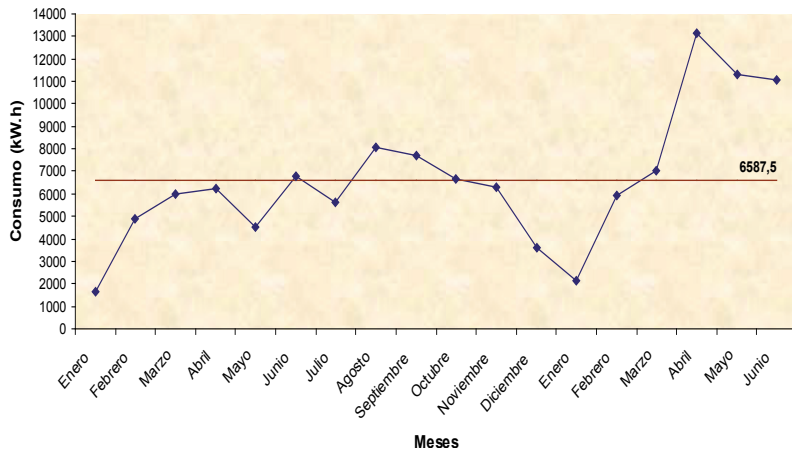
| CONCEPTO | Año | MES | CONS. (kW/h) |
|------------------------------|------------|------------|---------------------|
| ENERGIA ELECTRICA | 2008 | Enero | 2160 |
| | 2008 | Febrero | 5920 |
| | 2008 | Marzo | 7040 |
| | 2008 | Abril | 13120 |
| | 2008 | Mayo | 11280 |
| | 2008 | Junio | 11040 |

FUENTE: Elaboración propia.

Para el estudio de consumo energético del Colegio Distrital con la facturación, se realizan las gestiones necesarias para que estén sean entregadas por la oficina de servicios públicos de la Alcaldía Distrital, ya que en esta área se reciben todas las facturas de los Colegios Distritales de la ciudad de Barranquilla.

El comportamiento de los consumos para el Colegio Distrital, ha sufrido cambios desde el año 2007 al año 2008, ya que en el presente la carga instalada tuvo un aumento, reflejándose en el gráfico que el consumo de energía se incrementa considerablemente, dado esto además por crecimiento en infraestructura física y por instalación de luminarias, ventiladores y aires acondicionados.

Gráfica 6. Comportamiento de los consumos de energía en el 2007 y primer semestre 2008.



FUENTE: Elaboración propia.

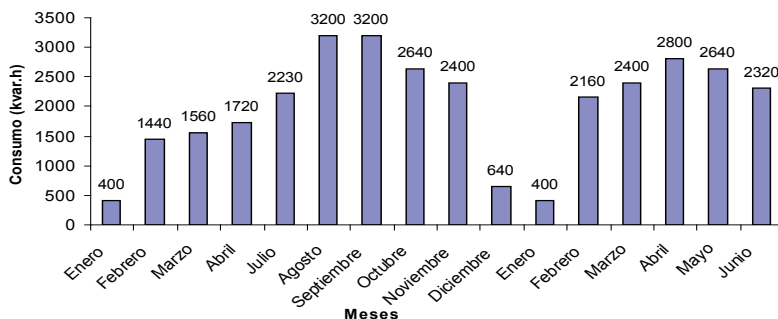
Al recibir las facturas para el estudio se procede a recopilar cada dato que pueda informar sobre cambios dentro de los consumos por instalación de nuevos equipos o por una utilización irregular del consumo de energía en cuanto horas de uso. En la tabla que se muestra a continuación se toman todos los datos que permiten obtener conclusiones relacionadas con el uso de la energía eléctrica.

Tabla 12. Datos de facturación seleccionados para el análisis de los consumos energéticos.

| Año | Mes | días | Lect. Activa | Lect. Reactiva | Factor | Cons. Reactiva (kvar.h) | Cons. Activa (kW.h) | Prom. de cons. (kW.h) | Total a pagar |
|------------|------------|-------------|-------------------------|---------------------------|---------------|--|------------------------------------|--|--------------------------|
| 2007 | Ene | 29 | 6639 | 1840 | 40 | 400 | 1640 | 56,55 | \$ 374.320,00 |
| 2007 | Feb | 31 | 6762 | 1876 | 40 | 1440 | 4920 | 158,71 | \$ 1.181.640,00 |
| 2007 | Mar | 27 | 6912 | 1915 | 40 | 1560 | 6000 | 222,22 | \$ 1.455.650,00 |
| 2007 | Abr | 31 | 7068 | 1958 | 40 | 1720 | 6240 | 201,29 | \$ 1.548.400,00 |
| 2007 | Jul | 33 | 90 | 35 | 80 | 2230 | 5615 | 170,15 | \$ 1.354.230,00 |
| 2007 | Ago | 30 | 191 | 75 | 80 | 3200 | 8080 | 269,33 | \$ 1.939.460,00 |
| 2007 | Sept | 32 | 287 | 115 | 80 | 3200 | 7680 | 240,00 | \$ 1.850.640,00 |
| 2007 | Oct | 30 | 370 | 148 | 80 | 2640 | 6640 | 221,33 | \$ 1.608.280,00 |
| 2007 | Nov | 30 | 449 | 178 | 80 | 2400 | 6320 | 210,67 | \$ 1.534.970,00 |
| 2007 | Dic | 33 | 494 | 186 | 80 | 640 | 3600 | 109,09 | \$ 874.260,00 |
| 2008 | Ene | 29 | 521 | 191 | 80 | 400 | 2160 | 74,48 | \$ 528.680,00 |
| 2008 | Feb | 29 | 595 | 218 | 80 | 2160 | 5920 | 204,14 | \$ 1.448.270,00 |
| 2008 | Mar | 32 | 683 | 248 | 80 | 2400 | 7040 | 220,00 | \$ 1.815.330,00 |
| 2008 | Ab | 29 | 847 | 283 | 80 | 2800 | 13120 | 452,41 | \$ 3.528.100,00 |
| 2008 | May | 30 | 988 | 316 | 80 | 2640 | 11280 | 376,00 | \$ 3.038.040,00 |
| 2008 | Jun | 28 | 1126 | 345 | 80 | 2320 | 11040 | 394,29 | \$ 2.696.650,00 |

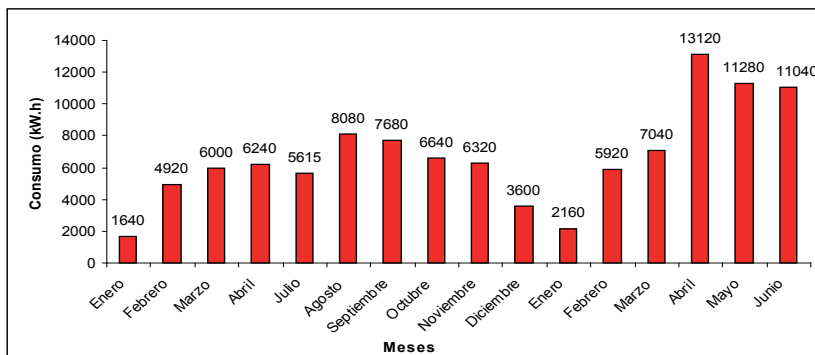
Un dato importante que se toma desde la facturación es el comportamiento de los consumos de energía activa (kW.h), energía reactiva (kvar.h), que se muestran en gráficos 3.2 y 3.3, y los consumos promedios diarios (kW.h) del gráfico 3.4.

Gráfica 7. Consumo Energía Reactiva (kvar.h), por cada mes en el periodo 2007-2008.



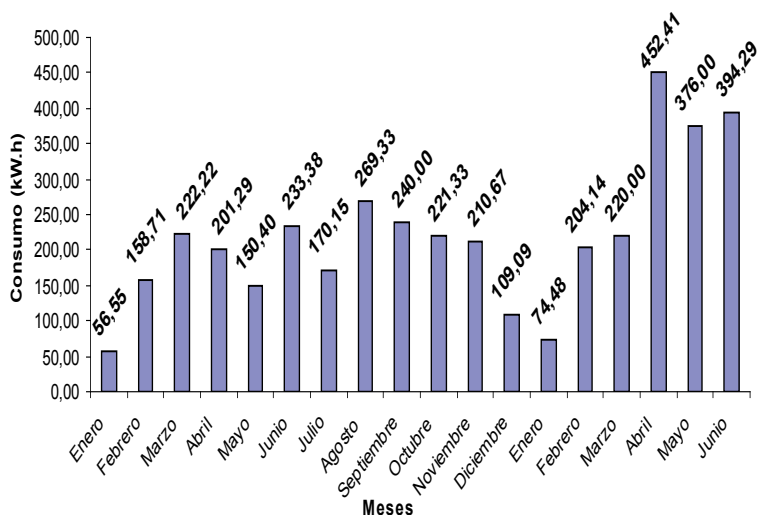
FUENTE: Elaboración propia.

Gráfica 8. Consumo Energía Activa (kW.h) para el periodo 2007- 2008.



FUENTE: Elaboración propia.

Gráfica 9. Promedio diario de consumo por mes para año 2007 y primer semestre del 2008.



FUENTE: Elaboración propia.

Inventario de equipos o dispositivos consumidores de energía dentro del Colegio Distrital.

Para administrar eficientemente la energía y tomar decisiones en la instalación, distribución y uso de la misma es necesario conocer cuál es la potencia instalada en la Institución para identificar la posibilidad de instalación de nuevos equipos o la racionalización de la energía utilizada con los que se tienen, considerando las condiciones del sistema eléctrico del colegio y/o los gastos energéticos.

Tabla 13. Potencia instalada en equipos de ventilación.

| AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) | AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) |
|------------------|----------|---------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|
| Salones de clase | | | 10º1 | 2 | 0,380 |
| 6º1 | 2 | 0,380 | 10º2 | 2 | 0,380 |
| 6º2 | 2 | 0,380 | 10º3 | 2 | 0,380 |
| 6º3 | 2 | 0,110 | 11º1 | 2 | 0,380 |
| 6º4 | 2 | 0,110 | 11º2 | 2 | 0,380 |
| 7º1 | 2 | 0,110 | 11º3 | 2 | 0,380 |
| 7º2 | 2 | 0,110 | Biblioteca | 2 | 0,160 |
| 8º1 | 2 | 0,110 | Kiosco | 1 | 0,055 |
| 8º2 | 2 | 0,110 | Comedor | 1 | 0,080 |
| 8º3 | 1 | 0,055 | | 1 | 0,055 |
| 8º4 | 1 | 0,055 | Subcoordinación y enfermería | 1 | 0,080 |
| 9º1 | 2 | 0,380 | Rectoría | 4 | 0,760 |
| | | | | | |
| 9º2 | 4 | 0,320 | | Cantidad | kW |
| | 2 | 0,110 | TOTAL | 54 | 6,24 |
| 9º3 | 4 | 0,320 | | | |
| | 2 | 0,110 | | | |

Figura 1. Equipos de ventilación instalados en Colegio Distrital.



FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 14. Potencia instalada en equipos de aire acondicionado y ventilación.

| AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) | AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) |
|-------------------------------------|----------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Salones de clase | | | Kiosco | 1 | 1,5 |
| 7º1 | 1 | 1,2 | | 1 | 1,2 |
| 7º2 | 1 | 1,2 | | 1 | 0,860 |
| 7º3 | 1 | 1,2 | | 1 | 0,770 |
| 7º4 | 1 | 1,2 | | 1 | 0,850 |
| 8º1 | 1 | 1,2 | Comedor | 1 | 0,660 |
| 8º2 | 1 | 1,2 | Salón Múltiple | 2 | 2,4 |
| 8º3 | 1 | 1,2 | Rectoría | 1 | 1,2 |
| 8º4 | 1 | 1,2 | | 1 | 1,2 |
| Biblioteca | 1 | 1,2 | | | |
| | 1 | 1,2 | | Cantidad | kW |
| Sala de profesores y de informática | 1 | 4,5 | TOTAL | 21 | 27,1 |

Figura 2. Equipos de climatización instalados en Colegio Distrital.





FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 15. Potencia instalada en iluminación y otros equipos menos consumidores.

| AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) | AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) |
|------------------|----------|---------------------|------------------------------|----------|---------------------|
| Salones de clase | | | Biblioteca | 12 | 0,468 |
| 6º1 | 4 | 0,156 | | 1 | 0,085 |
| 6º2 | 10 | 0,390 | | 1 | 0,022 |
| 6º3 | 10 | 0,390 | Salón Múltiple | 12 | 0,900 |
| 6º4 | 10 | 0,390 | Kiosco | 2 | 0,200 |
| 7º1 | 8 | 0,312 | | 4 | 0,300 |
| 7º2 | 8 | 0,312 | | 4 | 0,400 |
| 7º3 | 8 | 0,312 | Sala de profesores | 8 | 0,312 |
| 7º4 | 8 | 0,312 | | 1 | 0,120 |
| 8º1 | 8 | 0,312 | Sala de Informática | 12 | 1,440 |
| 8º2 | 8 | 0,312 | | 30 | 1,170 |
| 8º3 | 8 | 0,312 | Comedor | 5 | 0,195 |
| 8º4 | 8 | 0,312 | | 1 | 0,475 |
| 9º1 | 8 | 0,312 | Subcoordinación y enfermería | 2 | 0,078 |
| 9º2 | 8 | 0,312 | | 1 | 0,020 |
| 9º3 | 8 | 0,312 | Rectoría | 12 | 0,468 |
| 10º1 | 4 | 0,156 | | 2 | 0,240 |
| 10º2 | 4 | 0,156 | | 1 | 0,100 |
| 10º3 | 4 | 0,156 | Pasillo de biblioteca | 2 | 0,200 |
| 11º1 | 4 | 0,156 | Pasillo salones 6º1-11º1 | 8 | 0,312 |
| 11º2 | 4 | 0,156 | Pasillo salones 8vo | 2 | 0,120 |
| 11º3 | 4 | 0,156 | Pasillo salones 7º1-7º4 | 2 | 0,120 |

| AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) | AREA DE USO | CANTIDAD | Potencia Total (kW) |
|-----------------|----------|---------------------|---|-----------------|---------------------|
| Baño de mujeres | 4 | 0,156 | Pasillo de sala profesores hasta rectoría | 4 | 0,156 |
| | 1 | 0,100 | | 1 | 0,060 |
| Baño de hombres | 1 | 0,100 | | 1 | 0,020 |
| | | | | | |
| | | | | Cantidad | kW |
| | | | TOTAL | 231 | 14,03 |

Figura 3. Luminarias instaladas en Colegio Distrital.





Para el estudio de carga en el colegio, se diseña un formato inicial para la recolección de datos que permite con la experiencia adquirida durante su elaboración y análisis de resultados, el diseño del formato final para aplicar a instituciones educativas.

Analizar los resultados de consumos de energía en el Colegio Distrital.

Dentro de las variaciones en los consumos de energía se identifica que para los meses de Enero y Diciembre la disminución significativa de los consumos de energía eléctrica está dada por encontrarse el colegio en el

periodo de vacaciones, sin embargo, comparando ambos años igual se detecta incremento en estos meses.

Tabla 16. Potencia instalada en iluminación y otros equipos menos consumidores.

VENTILADORES

| AREA DE USO | CANTIDAD | TIEMPO (horas/día) | POTENCIA (kW) | Consumo (kW.h) | OBSERVACIONES |
|----------------------|----------|--------------------|---------------|----------------|--|
| Salones de clase | | | | | |
| 6º1 | 2 | 12 | 0,190 | 4,560 | Axial, Tipo patón, a la pared, no giran, falta de limpieza y mantenimiento |
| 6º2 | 2 | 12 | 0,190 | 4,560 | |
| 6º3 | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | Axial, a la pared con giro, falta de limpieza |
| 6º4 | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | |
| 7º1 | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | |
| 7º2 | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | |
| 8º1 | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | Axial, sostenido a la pared con giro, falta de limpieza |
| 8º2 | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | |
| 8º3 | 1 | 12 | 0,055 | 0,660 | |
| 8º4 | 1 | 12 | 0,055 | 0,660 | |
| 9º1 Donado por ARGOS | 2 | 12 | 0,190 | 4,560 | Axial, Tipo patón, a la pared, no giran, falta de limpieza y mantenimiento |

| AREA DE USO | CANTIDAD | TIEMPO (horas/día) | POTENCIA (kW) | Consumo (kW.h) | OBSERVACIONES |
|---|----------|--------------------|---------------|----------------|---|
| 9º2 Donado por ARGOS | 4 | 12 | 0,080 | 3,840 | Axial de techo |
| | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | Axial, a la pared con giro. |
| 9º3 Donado por ARGOS | 4 | 12 | 0,080 | 3,840 | Axial de techo |
| | 2 | 12 | 0,055 | 1,320 | Axial, a la pared con giro. |
| 10º1 | 2 | 15 | 0,190 | 5,700 | Axial, Tipo patón, a la pared, no giran |
| 10º2 | 2 | 15 | 0,190 | 5,700 | |
| 10º3 | 2 | 15 | 0,190 | 5,700 | |
| 11º1 | 2 | 15 | 0,190 | 5,700 | |
| 11º2 | 2 | 15 | 0,190 | 5,700 | |
| 11º3 | 2 | 15 | 0,190 | 5,700 | |
| Biblioteca | 2 | 12 | 0,080 | 1,920 | |
| Kiosco | 1 | 12 | 0,055 | 0,660 | Axial, a la pared con giro. |
| Comedor | 1 | 8 | 0,080 | 0,640 | Axial de techo |
| | 1 | 8 | 0,055 | 0,440 | Axial, a la pared con giro. |
| Subcoordinación y enfermería | 1 | 12 | 0,080 | 0,960 | Axial de techo |
| Rectoría | 4 | 12 | 0,190 | 9,120 | Axial, Tipo patón, de pie |
| TOTAL | 54 | | 2,960 | | |
| CONSUMO TOTAL POR DÍA APROXIMADO (kW.h) | | | | 81,180 | |
| CONSUMO TOTAL POR MES APROXIMADO (kW.h) | | | | 1948,32 | |

ILUMINACION Y OTROS EQUIPOS

| AREA DE USO | CANTIDAD | TIEMPO (horas/día) | POTENCIA (kW) | Consumo (kW.h) | OBSERVACIONES | |
|----------------------|----------|--------------------|---------------|----------------|---------------|---|
| Salones de clase | | | | | | |
| 6º1 | 4 | 12 | 0,039 | 1,872 | Lámparas | |
| 6º2 | 10 | 12 | 0,039 | 4,680 | | |
| 6º3 | 10 | 12 | 0,039 | 4,680 | | |
| 6º4 | 10 | 12 | 0,039 | 4,680 | | |
| 7º1 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 7º2 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 7º3 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 7º4 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 8º1 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 8º2 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 8º3 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 8º4 | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 9º1 Donado por ARGOS | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 9º2 Donado por ARGOS | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 9º3 Donado por ARGOS | 8 | 12 | 0,039 | 3,744 | | |
| 10º1 | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | | |
| 10º2 | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | | |
| 10º3 | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | | |
| 11º1 | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | | |
| 11º2 | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | | |
| 11º3 | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | | |
| Baño de mujeres | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | | |
| | 1 | 15 | 0,100 | 1,500 | | Bombillo incandescente |
| Baño de hombres | 1 | 5 | 0,100 | 0,500 | | Bombillo incandescente, tiene luz natural |

| AREA DE USO | CANTIDAD | TIEMPO (horas/día) | POTENCIA (kW) | Consumo (kW.h) | OBSERVACIONES |
|---|----------|--------------------|---------------|----------------|--|
| Biblioteca | 12 | 15 | 0,039 | 7,020 | Lámparas |
| | 1 | 1 | 0,085 | 0,085 | Televisor |
| | 1 | 1 | 0,022 | 0,022 | DVD |
| Salón Múltiple | 12 | 2 | 0,075 | 1,800 | Lámparas |
| Kiosco | 2 | 10 | 0,100 | 2,000 | Calentadoras |
| | 4 | 15 | 0,075 | 4,500 | Lámparas |
| | 4 | 24 | 0,100 | 9,600 | Bombillos incandescentes, en uno de los pasillos del kiosco, permanecen encendidos |
| Sala de profesores | 8 | 15 | 0,039 | 4,680 | Lámparas |
| | 1 | 15 | 0,120 | 1,800 | PC |
| Sala de Informática | 12 | 10 | 0,120 | 14,400 | PC |
| | 30 | 12 | 0,039 | 14,040 | Lámparas |
| Comedor | 5 | 8 | 0,039 | 1,560 | Lámparas |
| | 1 | 2 | 0,475 | 0,950 | Licudadora |
| Subcoordinación y enfermería | 2 | 12 | 0,039 | 0,936 | Lámparas |
| | 1 | 8 | 0,020 | 0,160 | Radio |
| Rectoría | 12 | 12 | 0,039 | 5,616 | Lámparas |
| | 2 | 12 | 0,120 | 2,880 | PC |
| | 1 | 12 | 0,100 | 1,200 | Bombillo incandescente |
| Pasillo de biblioteca | 2 | 12 | 0,100 | 2,400 | Bombillo incandescente |
| Pasillo salones 6º1-11º1 | 8 | 15 | 0,039 | 4,680 | Lámparas |
| Pasillo salones 8vo | 2 | 15 | 0,060 | 1,800 | Bombillo incandescente |
| Pasillo salones 7º1-7º4 | 2 | 15 | 0,060 | 1,800 | Bombillo incandescente |
| Pasillo de sala profesores hasta rectoría | 4 | 15 | 0,039 | 2,340 | Lámparas |
| | 1 | 15 | 0,060 | 0,900 | Bombillo incandescente |
| | 1 | 15 | 0,020 | 0,300 | Bombilla ahorradora, única en todo el colegio |
| TOTAL | 231 | | 2,347 | | |
| CONSUMO TOTAL POR DÍA APROXIMADO (kW.h) | | | | 162,945 | |
| CONSUMO TOTAL POR MES APROXIMADO (kW.h) | | | | 3910,68 | |

AIRE ACONDICIONADOS Y REFRIGERACIÓN

| AREA DE USO | CANTIDAD | TIEMPO (horas/día) | POTENCIA (kW) | Consumo (kW.h) | OBSERVACIONES |
|-------------------------------------|----------|--------------------|---------------|----------------|--|
| Salones de clase | | | | | |
| 7º1 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | Aire de ventana, al mismo tiempo se pone en funcionamiento los ventiladores, por tanto la carga térmica del local es muy alta para este equipo, algunos de estos aires tienen ubicado el condensador hacia la pared de otros salones del frente, dando hacia el pasillo y aumentan la carga de los salones vecinos, incomodando a los estudiantes. |
| 7º2 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| 7º3 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| 7º4 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| 8º1 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| 8º2 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| 8º3 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| 8º4 | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| Biblioteca | 1 | 12 | 0,745 | 8,940 | |
| | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | |
| Sala de profesores y de informática | 1 | 15 | 10,550 | 158,250 | Aire central, mal funcionamiento por falta de mantenimiento y condiciones de diseño |

| AREA DE USO | CANTIDAD | TIEMPO (horas/día) | POTENCIA (kW) | Consumo (kW.h) | OBSERVACIONES |
|------------------------------|----------|--------------------|---------------|----------------|---|
| Kiosko | 1 | 20 | 0,584 | 11,680 | Enfriador verde grande |
| | 1 | 20 | 0,440 | 8,800 | Enfriador blanco |
| | 1 | 20 | 0,275 | 5,500 | Enfriador verde pequeño |
| | 1 | 20 | 0,550 | 11,000 | Refrigerador Coca-Cola |
| | 1 | 20 | 0,300 | 6,000 | Nevera para Helados |
| Comedor | 1 | 20 | 0,242 | 4,840 | Nevera pequeña |
| S a l ó n Múltiple | 2 | 2 | 1,200 | 4,800 | Aire Acondicionado tipo ventana, poca capacidad para cuando la sala está llena. |
| Rectoría | 1 | 12 | 0,745 | 8,940 | Aire de ventana, oficina de la rectora |
| | 1 | 12 | 1,2 | 14,400 | Aire de ventana, oficina de archivos, salida del aire por la puerta, se encuentra en malas condiciones técnicas, dentro de la rectoría se ponen en funcionamiento ventiladores por la mala distribución del aire de estos equipos |
| TOTAL | 19 | | 27,6 | | |
| CONSUMO TOTAL POR DÍA (kW.h) | | | | 343,95 | |
| CONSUMO TOTAL POR MES (kW.h) | | | | 8254,80 | |

En el caso de los meses llamados críticos debido a sus altos consumos, el mes de abril del 2008 es el que más se destaca con 13120 kW.h/mes, sin embargo, aunque los meses que le siguen se presentan con menos consumo de energía estos continúan siendo altos comparados con el año 2007.

En el estudio se determina que el promedio de consumo de energía eléctrica para los 18 meses es de 6587,5 kW.h/mes, que si lo llevamos a consumo diario representa un promedio estimado de 220,25 kW.h/día. Es interesante resaltar que la Institución en el primer semestre del 2007, mantuvo un promedio de consumo de 170,48 kW.h/día, y para el primer semestre del 2008, este valor es de 286,89 kW.h/día, lo que permite concluir que en estos momentos el colegio consume 116,5 kW.h/día, más que el año anterior (ver gráfico 3.4)

El aumento del consumo se debe en gran parte a al incremento de la carga instalada en la institución, siendo una de las causas el crecimiento de la infraestructura física, y la instalación de nuevos equipos de aire acondicionado en diferentes áreas, incluyendo 8 salones de clase.

Para administrar eficientemente la energía y tomar decisiones en la instalación, distribución y uso de la misma es necesario conocer cuál es la potencia instalada en la Institución para poder identificar la posibilidad de instalar nuevos equipos o la necesidad de racionalizar la energía utilizada con los que se tienen, considerando las condiciones del sistema eléctrico del colegio y/o los gastos energéticos.

La institución está utilizando 54 equipos de ventilación, que representan una potencia instalada de 6.24 kW. Los ventiladores utilizados en algunas aulas, no son los adecuados para ventilar salones de clase, ejemplo de ello los equipos llamados pattón, que además de ser altamente consumidores de energía, no ofrecen comodidad a los que lo utilizan por factores como el ruido, no giran, el flujo de aire es fuerte y en algunos casos no refrescan el ambiente. Otros equipos de ventilación utilizado son los ventiladores convencionales de pared que tampoco son los apropiados para ventilar este tipo de área.

Con el cambio de los ventiladores conocidos como pattón y los de pared por ventiladores de techo bien distribuidos, se estima un ahorro de 733.9 kW.h/mes

El colegio cuenta con 212 puntos de alumbrado y 19 equipos de bajo consumo de energía eléctrica, para un total de 231 dispositivos con 14.03 kW de potencia instalada, observándose el uso de bombillos incandescentes que debido a su diseño generan un gran derroche de energía y que las empresas distribuidoras de energía han pedido la eliminación de estos dispositivos, por tanto este es un ahorro evidente que se presenta. Además es importante resaltar que el diseño en la instalación de los dispositivos de iluminación en algunas áreas no son los adecuados impidiendo la buena visibilidad y con ello el confort.

Con el cambio de las lámparas actuales por lámparas de mayor eficiencia, bien distribuidas en salones y oficinas, y los bombillos incandescentes por bombillos

ahorradores en pasillo y otras áreas, se estima un ahorro de 632,5 kW.h/mes.

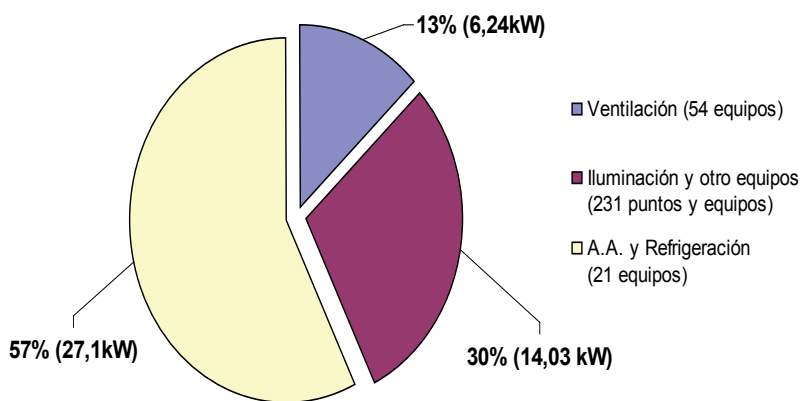
El colegio tiene instalados 6 equipos de refrigeración y 13 equipos de Aire Acondicionados, sumando un total de 19 equipos, que demandan una potencia de 28.8 kW. En el recorrido, se detecta que la falta de mantenimiento de estos equipos es un aspecto a tener en cuenta, además se conoce que los equipos de refrigeración permanecen encendidos las 24 horas, siendo necesario analizar, si es prudente o no, extender estos horarios según los productos a refrigerar, sin embargo, se detecta que algunos de ellos se encuentran en funcionamiento estando completamente vacíos, representando un derroche de energía innecesario.

Otro aspecto importante es revisar las instalaciones eléctricas del aire acondicionado central, ya que se detectan problemas de puesta a tierra y esto puede resultar peligroso para los profesores, así como estar atentos a la revisión del filtro del mismo aire, ya que la suciedad origina mal funcionamiento del equipo y alto consumo de energía. Para los equipos de climatización de ventana debe tenerse en cuenta la ubicación por dentro y por fuera de las áreas a climatizar, siendo este factor esencial para la instalación desde el punto de vista de funcionamiento y confort.

El censo de carga, indica que el colegio tiene una potencia instalada total de 47,4 kW, distribuidos en un 13% para ventilación, 29% para iluminación y otros equipos poco consumidores de energía eléctrica y el 57% para Aires Acondicionados y equipos de

refrigeración (ver gráfico 3.3), por tanto, los mayores consumos de energía eléctrica se encuentran en iluminación y los equipos de aire acondicionado y refrigeración, representando el 20 % de los equipos que consumen el 80% de la energía eléctrica, en consecuencia los mayores ahorros se obtendrán de una mejor distribución de la carga térmica para garantizar el buen funcionamiento de estos equipos, programar su mantenimiento y garantizar el uso racional de los mismos.

Gráfica 10. Potencia instalada en Colegio Distrital.



El colegio tiene en la actualidad un transformador de 37,5 kVA, por tanto es necesario tener en cuenta que si continua incrementándose la potencia instalada, puede llevar a forzar el mismo, o en un futuro obligar al cambio del transformador por uno de mayor capacidad.

Figura 4. Datos del transformador del Colegio Distrital en Factura de energía eléctrica.

ELECTRICARIBE OPERADOR DE RED: ELECTRICARIBE :
 Calle 77B # 59B-27 B/quilla - Tel. 115
 ElectrCaribe Nivel Tensión II Red Aérea P
 ELECTRIFICADORA DEL CARIBE S.A. E. S.P. S
 Nit: 802.007.670-8 Nuir: 2-8001000-15

| DATOS DEL CLIENTE | |
|---|--|
| TITULAR DE PAGO | CLASIFICACIÓN |
| ALCALDIA DISTRITAL DE BARRANQUILLA EDUCACIÓN | Ofi (Sencilla Niv.1) Caribe NIVEL I Distribucion Secundaria 37,50 kVA |
| DIRECCIÓN DEL SUMINISTRO | DIRECCIÓN DE ENVÍO |
| CL 37C 7D - 37 LA MAGDALENA BARRANQUILLA COLEGIO MARIA AUXILIADORA | CR 8 87 116 LAS MALVINAS BARRANQUILLA |

FUENTE: Factura Electricaribe, 2008.

Estimación de las emisiones de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por concepto de ahorro de energía.

El ahorro estimado para la institución en la facturación mensual es del 20%, representando una reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera de 930,7 gCO₂ al mes, representando unos 11,2 kgCO₂ al año.

Conferencia para concientizar a los estudiantes del Colegio de la importancia del ahorro de energía en su colegio y cómo pueden hacerlo fácilmente.

Finalmente, un resultado importante del proyecto es la capacitación realizada a la comunidad Estudiantil, Docente y Administrativa de la Institución, creando las bases necesarias para el Ahorro de Energía, dentro y fuera de la misma. Con el apoyo de los organizadores, se

realizan 8 sesiones de capacitación desde grado 6 hasta grado 11 con una conferencia Titulada: “AHORRANDO ENERGÍA CUIDAMOS EL MEDIO AMBIENTE”. La participación de los estudiantes y profesores fue muy activa y mostraron interés en la profundización del tema.

Concientizando a la comunidad dentro del colegio en el Uso Racional de la Energía y realizando campañas para el Ahorro Energético, se estima que el ahorro sea de aproximadamente 924.4 kW.h/mes





Conclusiones y Recomendaciones de la Caracterización Energética al Colegio Distrital.

La caracterización al colegio Distrital, brinda resultados importantes, que se pueden traducir en oportunidades de ahorro de energía, siguiendo una serie de conclusiones y recomendaciones dadas por el equipo de trabajo.

Conclusiones del estudio a Colegio Distrital.

- Se pueden obtener ahorros tomando medidas que conlleven a la reducción de los consumos energéticos. Estos ahorros se obtienen en iluminación y equipos de bajo consumo de energía eléctrica con el cambio de las lámparas fluorescentes actuales por lámparas de mayor eficiencia y los bombillos incandescentes por bombillos ahorradores originando un ahorro de 632,5 kW.h/mes, en ventilación con el cambio de los ventiladores de pared conocidos de alto consumo de energía, por ventiladores de techo ubicados técnicamente, con un ahorro de 733.9 kW.h/mes.
- Concientizando a la comunidad del colegio, en el Uso Racional de la Energía y realizando campañas de por medio de conferencias y otras actividades relacionadas con la conciencia energética y ambiental a la comunidad, pueden llevar a un ahorro adicional de 924.4 kW.h/mes, resultado de la creación de una cultura energética y ahorro de energía.

- Los mayores consumos de energía eléctrica se encuentran en los equipos de climatización, sin embargo, el cambio de los aires acondicionados tipo ventana de los 8 salones de clase con una potencia total de 9.6 kW, por dos aires centrales de 3 ton. (4,5 kW) cada uno, permite ahorrar 0.6 kW en potencia instalada, representando un ahorro estimado de 158.4 kW.h/mes.
- Tomando las medidas de ahorro y realizando los cambios necesarios para disminuir los consumos energéticos se pueden ahorrar 2449.22 kW.h/mes, logrando reducir el costo de la factura mensual en energía eléctrica, representando el 20 % del consumo mensual de energía eléctrica.

Recomendaciones para el Colegio Distrital.

Actividades de Mantenimiento y Medidas para el ahorro de energía en equipos de ventilación (VENTILADORES).

1. Se debe planificar el mantenimiento periódico de los equipos de ventilación, para garantizar la mayor eficiencia en los mismos, realizando actividades como:
 - La limpieza del material que se acumula en las canastas de protección de los abanicos.
 - La limpieza de las hélices, embobinado y rotor, de manera cuidadosa para evitar daños mecánicos y/o eléctricos en los equipos.

2. Para lograr ahorro de energía eléctrica en equipos de ventilación, es necesario tomar algunas medidas que permiten disminuir consumos energéticos como:
 - Cambiar ventiladores en malas condiciones de funcionamiento por tecnologías de mayor eficiencia que brinden mejor confort y consuman menos energía eléctrica.
 - Cambiar ventiladores de pared tipo pattón en salones y oficinas por ventiladores de techo que proporcionen mejor confort y consuman menos energía.
 - Usar Racionalmente la Energía en estos equipos, manteniéndolos en funcionamiento solo el tiempo que sea necesario, es decir, apagar los ventiladores cuando el local a ventilar este vacío.
 - No utilizar ventiladores en áreas climatizadas por aires acondicionados. Es conveniente evitar el uso de los mismos o eliminarlos de estas áreas.

Actividades de Mantenimiento y Medidas para el ahorro de energía en equipos de climatización (AIRE ACONDICIONADO).

1. El mantenimiento de los Aires Acondicionados de ventana y central de la institución permite incrementar su eficiencia y por ende incide en la disminución de los consumos de energía eléctrica, sin embargo, para que se cumpla se debe en forma periódica:

- Limpiar los filtros y los serpentines del condensador para garantizar la mejor circulación de aire limpio y lograr una adecuada transferencia de calor, permitiendo el óptimo funcionamiento del equipo.
 - Revisar y corregir los problemas de puesta a tierra de los equipos de climatización en general, pero es necesario corregir el del aire central ubicado en sala de profesores e informática.
2. Las medidas de ahorro de energía en Aires Acondicionados de la Institución deben dirigirse a:
- Colocar un extractor de aire desde la sala de informática hacia la sala de profesores para mejorar la recirculación de aire, para garantizar el confort, aprovechar la mayor eficiencia del equipo y por ende disminuir los consumos de energía.
 - Realizar la limpieza del filtro periódicamente y mejorar las condiciones técnicas del aire central de sala de profesores e informática.
 - Desconectar el aire central de sala de profesores en el horario nocturno.
 - En los salones de clase climatizados (séptimo y octavo grado), están dadas las condiciones necesarias para cambiar los aires de ventana por un aire central o un chiller, garantizando una mejor distribución de aire en los 8 salones y mayor eficiencia.

- En la instalación de los aires acondicionados se debe tener en cuenta la ubicación del condensador fuera del área a climatizar para que reciban la circulación de aire necesaria para la transferencia de calor, evitar la incidencia del sol y no causar incomodidad a la comunidad del colegio por la alta temperatura que estos emiten. Es necesario rediseñar la ubicación de los equipos de climatización tipo ventana en los salones de séptimo y octavo grado.
- Mantener cerradas las entradas de aire caliente del exterior, especialmente en salones de clase, sala de profesores, sala de informática y rectoría. Es necesario aislar térmicamente las entradas de aire y/o focos calientes de estos locales.
- En rectoría es necesario reubicar los equipos de climatización o tomar medidas para facilitar la circulación del aire dentro de todas las oficinas, para garantizar mejor confort, eficiencia y evitar el uso de ventiladores. Es importante reubicar el aire acondicionado de la oficina de archivos, ya que no se garantiza su aprovechamiento y solo se obtiene un mayor consumo de energía eléctrica.
- Para reducir los consumos por acondicionamiento de aire, es factible aplicar soluciones de arquitectura bioclimática, para facilitar la circulación del aire exterior y disminuir la carga térmica en salones de clase.
- Para aprovechar eficientemente las características térmicas del aire acondicionado es importante la siembra de árboles por el exterior, para reducir la transferencia de calor por las paredes.

Actividades de Mantenimiento y Medidas para el ahorro de energía en iluminación y otros equipos menos consumidores de energía (LUMINARIAS, COMPUTADORES, ETC).

1. Para el mantenimiento de las luminarias es necesario garantizar:
 - La limpieza periódica de los tubos y bombillas con el fin de aprovechar su óptima iluminación
 - Cambiar los puntos de alumbrado que tienen transcurrido el 80% de su vida útil, para garantizar alta eficiencia y evitar el derroche de energía eléctrica.

2. Es importante trabajar en las medidas de ahorro para la iluminación y otros equipos consumidores de energía dirigidas a:
 - Utilizar los puntos de alumbrado solo en el tiempo que se necesiten, evitando dejarlas encendidas mientras el local este vacío.
 - Aprovechar la luz natural que proporcionan los calados en algunos salones de clase. Es factible colocar las luminarias (luz artificial) en las áreas donde no es posible aprovechar la luz natural.
 - Cambiar los tubos fluorescentes T12 de 39 Watts por tubos de 32 Watts con balastos electrónicos, o por tubos de mayor eficiencia, para disminuir los consumos de energía eléctrica.

- Colocar balastos electrónicos en lámparas fluorescentes para eliminar el parpadeo y garantizar confort visual.
- Colocar reflectores especulares en los puntos de alumbrado con tubos fluorescentes para aprovechar la luz que se pierde hacia el techo, permitiendo aumentar la eficiencia lumínica de las lámparas.
- Cambiar los bombillos incandescentes de los pasillos, baños y kioscos de la Institución por bombillas fluorescentes compactas (ahorradores), para lograr un ahorro hasta del 70% de energía consumida respecto al incandescente.
- Colocar sensores infrarrojos que detecten la presencia de personas dentro de los salones y baños, para cuando el dispositivo no detecte movimiento automáticamente se apaguen las luminarias.
- Apagar los computadores cuando no se vayan a utilizar por largo tiempo, pero si no se trabaja en ellos por un tiempo corto es necesario apagar solo los monitores, estas medidas permiten ahorrar energía.
- Los equipos consumidores de energía que se activan por control remoto tienen que desconectarlos de la energía cuando no se estén utilizando, para evitar el consumo vampiro del equipo que represente aproximadamente el

20% del consumo total del equipo cuando está en funcionamiento.

- Para aprovechar la iluminación, es importante pintar las paredes de color claro.

Caracterización energética a un Instituto Técnico de la ciudad de Barranquilla.

Conformación del grupo de trabajo entre la CUC y el Instituto Técnico”.

En la etapa inicial de la caracterización energética se presenta el proyecto al colegio y se crea el grupo de trabajo, para definir las tareas y el cronograma de trabajo.

Tabla 17. Grupo de trabajo para elaboración de la investigación

| RESPONSABLE | CARGO | TAREAS |
|---|---|---|
| CORPORACION UNIVERITARIA DE LA COSTA (CUC) | | |
| | Director de Programa. Ing. Eléctrica | Coordinación |
| | Investigadora Principal | Coordinación |
| | Estudiante 1 | Recolección de datos, Análisis de resultados, entregar conclusiones y recomendaciones |
| | Estudiante 2 | Recolección de datos, Análisis de resultados, entregar conclusiones y recomendaciones |
| INSTITUTO TÉCNICO NACIONAL DE COMERCIO. | | |
| | Rector | Coordinación |

FUENTE: Elaboración propia.

Principales energéticos utilizados en el Instituto Técnico.

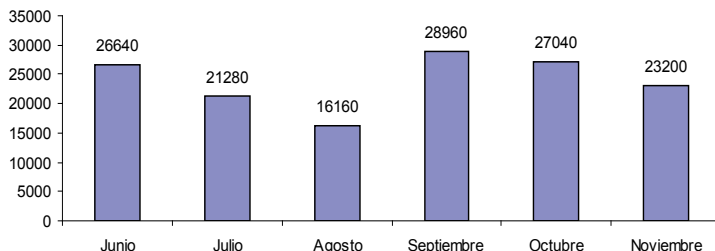
Para el análisis de los consumos por medio de las facturas, es importante que se gestionen cada una de las facturas para los meses que se requiera el estudio, mientras mayor sea la cantidad de muestras mejor se verán reflejados los cambios en el consumo, además se podrá relacionar un promedio de consumo diario que refleja una visión más acertada del comportamiento energético. Sin embargo, en ocasiones no es posible acceder cada factura para los mismos meses en diferentes años, por lo que será necesario adaptar los gráficos a los datos obtenidos (ver gráfico 4.1)

Tabla 18. Datos de facturación para el segundo semestre del 2008.

| CONCEPTO | Año | MES | CONSUMO (kW.h) |
|----------------------|------|------------|----------------|
| ENERGIA ELECTRICA | 2008 | Junio | 26640 |
| | 2008 | Julio | 21280 |
| | 2008 | Agosto | 16160 |
| | 2008 | Septiembre | 28960 |
| | 2008 | Octubre | 27040 |
| | 2008 | Noviembre | 23200 |

FUENTE: Elaboración propia.

Gráfica 11. Comportamiento de los consumos de energía en el 2007 y primer semestre 2008.



FUENTE: Elaboración propia.

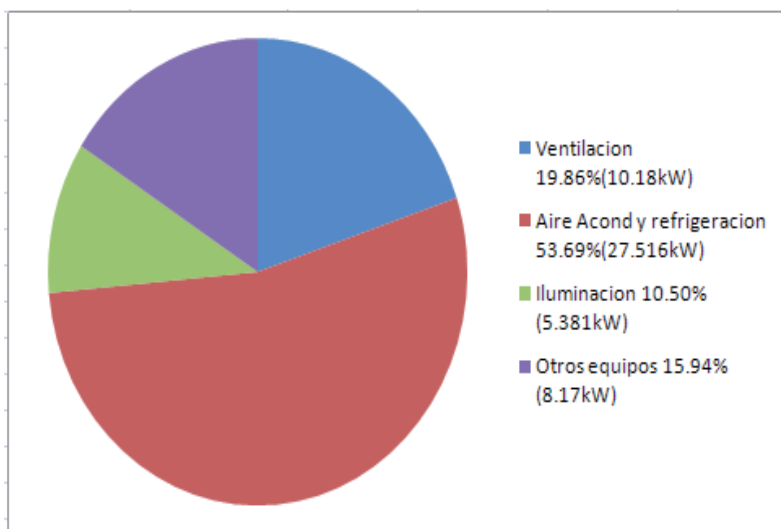
Inventario de equipos de equipos o dispositivos consumidores de energía dentro del Instituto Técnico.

Para administrar eficientemente la energía y tomar decisiones en la instalación, distribución y uso de la misma es necesario conocer cuál es la potencia instalada en la Institución para identificar la posibilidad de instalación de nuevos equipos o la racionalización de la energía utilizada con los que se tienen, considerando las condiciones del sistema eléctrico del colegio y/o los gastos energéticos.

Los datos necesarios para recolectar los valores de planeación en el análisis a la planta física del colegio, se realizan mediante el recorrido por las instalaciones, estos datos son mostrados en el formato final para recolección de la información en la caracterización energética a instituciones educativas.

El censo de carga, indica que el colegio tiene una potencia instalada total de 51.247 kW, distribuidos en un 19.86% para ventilación, 10.50% para iluminación, 15.94% para otros equipos consumidores de energía eléctrica y el 53.69% para Aires Acondicionados y equipos de refrigeración, por tanto, los mayores consumos de energía eléctrica se encuentran en ventilación y los equipos de aire acondicionado y refrigeración, representando el 20 % de los equipos que consumen el 80% de la energía eléctrica, en consecuencia los mayores ahorros se obtendrán de una mejor distribución de la carga térmica para garantizar el buen funcionamiento de estos equipos, programar su mantenimiento y garantizar el uso racional de los mismo (ver gráfico 4.2)

Gráfica 12. Potencia instalada en el Instituto Técnico Nacional de Comercio



Estimación de las emisiones de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por concepto de ahorro de energía.

El ahorro estimado para la institución en la facturación mensual es del 25%, representando una reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera de 2,175 kgCO₂ al mes, representando unos 26,1 kgCO₂ al año.

Conclusiones y Recomendaciones de la Caracterización Energética al Instituto Técnico.

Conclusiones del estudio al Instituto Técnico.

- La aplicación de la metodología de caracterización energética facilita la administración de la energía permitiendo que se establezcan medidas para controlar los consumos energéticos, disminuyendo los gastos en energía eléctrica y mejorando la calidad de la Institución, enfocando esfuerzos y dinero en otras necesidades académicas.
- Se pueden obtener ahorros tomando medidas que conlleven a la reducción de los consumos energéticos. Estos ahorros se obtienen del aire acondicionado y refrigeración, con un ahorro de 4.8132 kW.h/mes.
- Concientizando a la comunidad del colegio, en el Uso Racional de la Energía se puede llevar a un ahorro en iluminación y ventilación de 0.1305 kW.h/mes, resultado de la creación de una cultura energética y ahorro de energía.

- Los mayores consumos de energía eléctrica se encuentran en los equipos de climatización, sin embargo, el sitio donde algunos se encuentran ubicados no permite que funcionen normalmente demandando mayor potencia, por lo cual se estima que el consumo de energía podría disminuir.
- Los equipos de ventilación solo se les aplica mantenimiento correctivo, es decir, cuando sufren averías y la mayoría de estos requieren una limpieza ya que la cantidad de material de partículas acumulado en estos no permite que se desarrollen con una mejor eficiencia.
- Los equipos de ventilación, en uno de los bloques están controlados por un breaker que enciende todos estos equipos cuando inicia la jornada de clases y los apaga cuando culminan, o sea toda la jornada quedan en funcionamiento.
- Los equipos de refrigeración algunos operan las veinticuatro horas del día, sin ser esto necesario, ya que para que los alimentos o refrescos puedan ser adquiridos por los estudiantes no es necesario que se encuentren totalmente fríos, si la idea es que el estudiante se sienta cómodo con los productos que consume.
- Los equipos de aire acondicionado de la enfermería y la sala de mecanografía se encuentran en el techo de tal forma que el sol les transmite calor todo el día, disminuyendo la transferencia de calor y por ende se afecta la eficiencia del equipo.

- Los equipos de aire acondicionado existentes están en óptimas condiciones y según la comunidad personas al interior de la institución algunos son recientes lo cual indica que están en buen estado.
- Existe un salón que posee un aire acondicionado de dos toneladas y dos ventiladores en un sitio donde no lo requiere dado que la ubicación de este permite que la temperatura sea agradable solo con los ventiladores que requieren de limpieza.
- Actualmente existe un plan de mantenimiento para los aires acondicionados por parte de una empresa contratada en la institución lo cual señala que estos equipos reciben el mantenimiento respectivo planeado con anterioridad.

Recomendaciones.

Actividades de Mantenimiento y Medidas para el ahorro de energía en equipos de ventilación.

1. Se debe planificar un mantenimiento periódico de los equipos de ventilación, realizando actividades como:
 - La limpieza del material de partículas que se acumula en las hélices de los abanicos.
 - La limpieza de las hélices, embobinado y rotor del ventilador.
 - Para lograr ahorro de energía eléctrica en equipos de ventilación, es necesario tomar algunas medidas que permiten disminuir consumos energéticos como:

- Usar Racionalmente la Energía en estos equipos, manteniéndolos en funcionamiento solo el tiempo que sea necesario, es decir, apagar los ventiladores cuando el local a ventilar este vacío.
- No utilizar ventiladores en áreas climatizadas por aires acondicionados.

Medidas para el ahorro de energía en equipos de climatización.

1. Las medidas de ahorro de energía en Aires Acondicionados de la Institución deben dirigirse a:
 - La ubicación de un techo de eternit sobre los aires acondicionados de la enfermería y la sala de mecanografía evita que se genere más calor sobre estos y se logre incrementar su eficiencia.
 - Cambiar el aire acondicionado de la rectoría y dejarlo solo a la sala de profesores y en la rectoría colocar uno de ¼ HP que es suficiente dada el área que climatiza.
 - Mantener cerradas las entradas de aire caliente del exterior, sala de profesores, sala de informática 1.
 - En rectoría es necesario reubicar los equipos de climatización o tomar medidas para facilitar la circulación del aire dentro de todas las oficinas, para garantizar mejor confort, eficiencia y evitar el uso de ventiladores. Es importante reubicar el aire acondicionado de la oficina de archivos,

ya que no se garantiza su aprovechamiento y solo se obtiene un mayor consumo de energía eléctrica.

Actividades de Mantenimiento y Medidas para el ahorro de energía en iluminación y otros equipos menos consumidores de energía.

1. Para el mantenimiento de las luminarias es necesario garantizar:
 - La limpieza periódica de los tubos y bombillas con el fin de aprovechar su óptima iluminación
 - Cambiar los puntos de alumbrado que tienen transcurrido el 80% de su vida útil, para garantizar alta eficiencia y evitar el derroche de energía eléctrica.

2. - Es importante trabajar en las medidas de ahorro para la iluminación y otros equipos consumidores de energía dirigidas a:
 - Utilizar los puntos de alumbrado solo en el tiempo que se necesiten, evitando dejarlas encendidas mientras el local este vacío.
 - Aprovechar la luz natural que proporcionan los calados en algunos salones de clase. Es factible colocar las luminarias (luz artificial) en las áreas donde no es posible aprovechar la luz natural.
 - Cambiar los tubos fluorescentes T12 de 39 Watts por tubos de 32 Watts con balastos electrónicos,

o por tubos de mayor eficiencia, para disminuir los consumos de energía eléctrica.

- Colocar balastos electrónicos en lámparas fluorescentes para eliminar el parpadeo y garantizar confort visual.
- Colocar reflectores especulares en los puntos de alumbrado con tubos fluorescentes para aprovechar la luz que se pierde hacia el techo, permitiendo aumentar la eficiencia lumínica de las lámparas, esto se debería hacer en los pasillos del bloque donde está ubicado el laboratorio y la biblioteca donde la mayor cantidad de luz se pierde hacia el techo.
- En este mismo pasillo se debe eliminar las lámparas existentes ya que la luz natural que se percibe es suficiente para que las personas puedan transitar sin ningún inconveniente.
- Colocar sensores infrarrojos que detecten la presencia de personas dentro de los salones y baños, para cuando el dispositivo no detecte movimiento automáticamente se apaguen las luminarias.
- Apagar los computadores los fines de semana ya que se encontró que en la sala de mecanografía 1 algunos computadores estaban encendidos. cuando no se vayan a utilizar por largo tiempo, pero si no se trabaja en ellos por un tiempo corto.
- Para aprovechar la iluminación, es importante pintar las paredes de color claro.

Soluciones dadas en la Implementacion del Programa de Ahorro de Energía en una Institucion de Educacion Superior.

Es evidente que en la Institución se realizan inversiones para nuevas fuentes energéticas y equipos consumidores de energía, sin remediar los derroches e ineficiencias, causados por el seguimiento del modelo tradicional de consumo de energía que a futuro puede llevar al caos, donde en simultáneo, se produce el derroche de energía y por otro la falta de la misma.

Estos factores que llevan a la falta de suministro energético al interior del Centro Educación Superior pueden ser:

- a. Sistemas energéticos sobrecargados,
- b. Disparo de protecciones de circuitos por sobrecargas,
- c. Disparo de protecciones de equipos por sobrecargas,
- d. Abstenerse de comprar equipos consumidores de energía que pueden ser necesarios para el crecimiento Institucional,

- e. Pago excesivo de facturación por los consumos energéticos elevados y/o innecesarios,
- f. Establecer medidas de ahorro que conlleven al corte de energía por áreas o circuitos, causado por el excesivo consumo de energía, entre otros.

En la Corporación Universitaria de la Costa se trabaja en el análisis de consumo energético desde el año 2005, a través de proyectos de investigación que han mostrado resultados importantes sobre algunas oportunidades de mejoramiento reales que presenta la Institución en cuanto al tema del control y uso de la energía.

Resultado de las investigaciones se detectó que en las distintas áreas de la institución no se contaba con indicadores específicos de consumo de energía y no se tenían documentadas ni normalizadas las buenas prácticas de operación y mantenimiento de los equipos críticos, lo que conlleva a un alto consumo y costo de energía eléctrica. Tampoco existía una cultura energética de ahorro que pudiera fomentar el control de este recurso.

Otro aspecto de relevancia es los altos consumos de la CUC está en la climatización, especialmente en los aires centralizados producto del mal aprovechamiento de la carga térmica de los mismos, lo que no permite el logro de las condiciones de confort necesarias dentro de las áreas climatizadas, condición que en la actualidad se encuentra en estudio y mejoramiento.

De la toma de datos y análisis en el 2005, se obtiene como resultado del diagnóstico de recorrido en 15 días, del 100% del consumo total en salones, aproximadamente

el 60% es debido a que realmente los salones se encontraban ocupados por clases con las luminarias y ventiladores encendidos, sin embargo el 40% se toma como no útil o perdido debido a que los salones se encontraban vacíos con luminarias y ventiladores encendidos innecesariamente, sumándose a este valor el poco cuidado que existe para apagar las luces de las escaleras y algunos pasillos que durante todo el día permanecen encendidas sin necesidad.

Por tanto, la implantación de medidas en cuanto al uso, control automático de iluminarías, equipos de acondicionamiento (evaluación carga térmicas), ventilación, ofimáticas, requiere una concientización por parte del personal en el uso racional de la energía representando un potencial elevado de reducción de los consumos energéticos.

Finalmente la falta de control en los recursos energéticos y una cultura energética causada por la ausencia de conciencia hacia el ahorro de energía y el mal diseño y uso de la tecnología en algunos casos, no permitía mostrar a los estudiantes la importancia que en la actualidad representa el uso racional de la energía para la salvación del medio ambiente.

Por tanto, el modelo de consumo energético en la Institución no aplicaba dentro de un proceso ahorrador de energía, alejando a la Universidad y su comunidad, del modelo sustentable tanto económico como ambiental que toda empresa debe seguir, para elevar su competitividad.

Teniendo en cuenta las necesidades que se presentaban en la Corporación Universitaria de la Costa, en cuanto

a uso racional de la energía y los beneficios que se obtienen con un programa de ahorro de energía, se plantea la siguiente pregunta:

¿Qué efectos tiene el Programa de Ahorro de Energía sobre la disminución de los consumos de energía eléctrica, la reducción en los costos de facturación y la cultura energética de la comunidad de la Corporación Universitaria de la Costa?

Programa de ahorro de energía en la Corporación Universitaria de la Costa CUC.

En el desarrollo de las actividades educativas y administrativas dentro de una Institución de Educación Superior se involucra en el proceso de enseñanza e investigación equipos consumidores de energía eléctrica que si no son controlados pueden representar gastos excesivos para la institución, teniendo en cuenta que el uso de la energía en las mismas depende de un gran número de personas (estudiantes, profesores, administrativos, trabajadores, etc) que por encontrarse en un estado de inconsciencia relacionada con las implicaciones que puede traer el descuido y derroche del recurso energético, traería como consecuencia el pago de un alto precio de facturación y por tanto la pérdida de dinero tornandose insostenibles con el medio ambiente.

Para el estudio fue necesario actualizar los datos de caracterización energética del estudio realizado en el año 2005 y analizar el comportamiento a la fecha de la facturación en energía eléctrica de la CUC. Este estudio se toma como base teniendo en cuenta que a la fecha se han realizado cambios en la planta física y se han

comprado e instalado nuevos equipos consumidores de energía que elevan los consumos de energía eléctrica en la Institución, sin embargo, la forma en que los consumidores (comunidad), aprovecha la energía es la misma, ya que aun se evidencia la falta de conciencia hacia el uso racional de la energía.

Es común ver, en segundas ocasiones los salones de clases con las luminarias y ventiladores encendidos sin estar ocupado el local, es preocupante también ver los aires acondicionados encendidos con los salones desocupados.

Aunque el estudio se realiza en universidad citada en este trabajo, con seguridad podemos decir que este problema se puede generalizar a la mayoría de las instituciones de educación superior, por tanto, el desarrollo del Programa de Ahorro de Energía es necesario implementarlo si se quiere ahorrar energía eléctrica.

Teniendo en cuenta los estudios realizados, se decide desarrollar un Programa de Ahorro de Energía en la Corporación Universitaria de la Costa CUC para reducir el consumo energético en los sistemas de iluminación y lograr reducción de la factura mensual de energía eléctrica del 5%.

Con la metodología de caracterización energética a instituciones educativas, se pudieron establecer las estrategias necesarias para desarrollar un programa de ahorro de energía en la Corporación Universitaria de la Costa.

Esta experiencia, probada en colegios distritales de Barranquilla, permite que la implementación del programa

se desarrolle con éxito en nuestra institución, los pasos de la metodología se tienen en cuenta y esto facilita la implementación de las soluciones recomendadas a la institución, los pasos a seguir para el programa de ahorro de energía son:

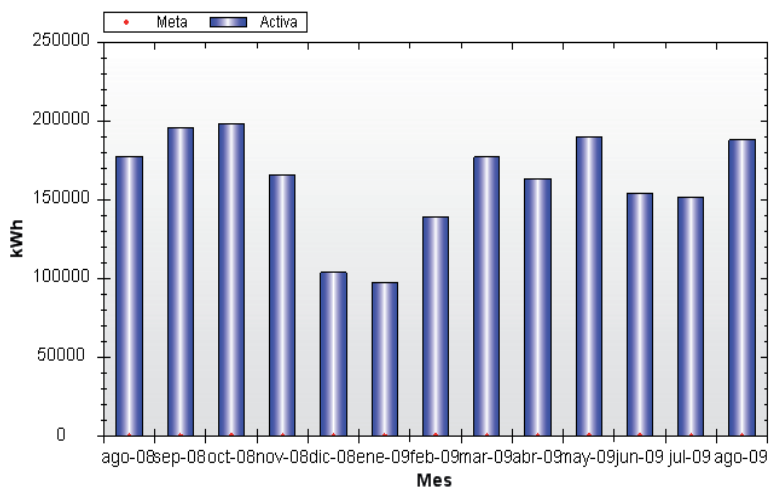
- Conformación del grupo de trabajo.
- Características generales de la Institución de Educación a caracterizar.
- Principales energéticos utilizados en la Institución de Educación a caracterizar.
- Inventario de equipos o dispositivos consumidores de energía dentro de la Institución de Educación a caracterizar.
- Obtener y analizar los resultados de consumos de energía de la Institución de Educación a caracterizar.
- Conferencia de Concientización a estudiantes, profesores y administrativos.
- Socialización de los Resultados de la Caracterización Energética en la Institución Educativa.

Para el análisis de los consumos por medio de las facturas, es importante que se gestionen cada una de las facturas para los meses que se requiera el estudio, mientras mayor sea la cantidad de muestras mejor se verán reflejados los cambios en el consumo, además se podrá relacionar un promedio de consumo diario que refleja una visión más acertada del comportamiento energético.

En el estudio se pudo comparar el comportamiento energético de la universidad desde el 2005 hasta el mes de agosto de 2009, obteniéndose como resultado el incremento anual que tiene la institución por concepto energía eléctrica, siendo un ejemplo de ello la comparación que se puede hacer desde agosto de 2007 hasta agosto de 2008 y de agosto de 2008 hasta agosto de 2009, este resultado indica que el aumento del consumo de energía eléctrica fue de 28.207 kW.h.

Con este resultado y realizando todo el análisis estadístico, se puede estimar que por concepto de iluminación el ahorro puede ser del 5 al 10%, sin embargo, decidimos plantear la meta del 5%, para la primera etapa, teniendo en cuenta la inversión del proyecto, en la medida que se logren resultados positivos, se establecen nuevas metas.

Gráfica 13. Comportamiento de consumo de energía eléctrica para el último año según facturación.



La administración de la energía desde cualquier sector consumidor de energía eléctrica puede resultar ventajosa, ya que con la disminución de los indicadores de consumo se puede ahorrar otros recursos que luego se utilizarán para el beneficio de la institución. Para administrar eficientemente la energía y tomar decisiones en la instalación, distribución y uso de la misma es necesario conocer cuál es la potencia instalada en la Institución para identificar la posibilidad de instalación de nuevos equipos o la racionalización de la energía utilizada con los que se tienen, considerando las condiciones del sistema eléctrico de la Institución y/o los gastos energéticos. Los datos necesarios para recolectar los valores de potencia instalada en la planta física, se realiza mediante el recorrido por toda la Universidad, teniendo en cuenta para la iluminación la cantidad de lámparas instaladas y la potencia de cada una de ellas.

Como resultado de este estudio se determina que en su mayoría prevalecen las lámparas con bombillas fluorescentes de 40W, que actualmente pueden sustituirse por bombillas de 32W y que desde el punto de vista de iluminación tienen mejor eficiencia, otro aspecto a tener en cuenta es la falta de espejales en las luminarias lo que puede traducirse poco aprovechamiento de la iluminación dentro de los espacios iluminados.

Tabla 19. Tipo de lámparas instaladas según la potencia eléctrica por cada bloque.

| Bloque | Censo de carga para la Iluminación en la CUC | | | | | | | | | | | | | | | | Lamparas instaladas (kW) | Potencia instalada (kW) | | | | |
|--------|--|------|--------|-----|--------|-----|--------|------|--------|-------|--------|----|--------|-----|--------|-------|--------------------------|-------------------------|--------|------|-----|-------|
| | 17 WX4 | | 20 WX1 | | 22 WX1 | | 32 WX1 | | 36 WX1 | | 38 WX1 | | 40 WX2 | | 40 WX3 | | | | 75 WX2 | | | |
| | Cant | kW | Cant | kW | Cant | kW | Cant | kW | Cant | kW | Cant | kW | Cant | kW | Cant | kW | | | Cant | kW | | |
| 1 | 2 | 136 | 9 | 180 | 0 | 0 | 7 | 224 | 54 | 3456 | 0 | 0 | 3 | 114 | 82 | 6560 | 3 | 360 | 25 | 3750 | 185 | 14.8 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 32 | 160 | 9600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 3680 | 27 | 3240 | 39 | 5860 | 263 | 22.40 |
| 3 | 0 | 0 | 10 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 173 | 11072 | 0 | 0 | 0 | 0 | 96 | 7680 | 20 | 2400 | 0 | 0 | 299 | 21.55 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 460 | 0 | 0 | 14 | 896 | 0 | 0 | 0 | 0 | 128 | 10240 | 12 | 1440 | 3 | 450 | 167 | 13.49 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 1984 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 1360 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 3.34 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 116 | 3712 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 304 | 25 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 149 | 6.02 |
| 8 | 24 | 1632 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 64 | 109 | 6976 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 135 | 8.67 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 896 | 0 | 0 | 0 | 0 | 128 | 10240 | 0 | 0 | 3 | 450 | 145 | 11.59 |

Finalmente, con el estudio de la cantidad total de lámparas por bloques y por tanto la potencia de cada una se puede decidir cuál será el ahorro que podemos establecer como meta, a ello se debe sumar la determinación de las horas de trabajo para establecer los consumos de energía, en este proceso se está trabajando con ayuda de inspección visual y sensores que nos permitan establecer los valores reales, sin embargo, un dato importante se obtiene de la planeación de los horarios de clase de la universidad, siendo estos los tiempos necesarios de uso de cada equipo.

Tabla 20. Cantidad de luminarias y potencia instalada en cada bloque.

| Bloque | Lamparas instaladas (U) | Potencia instalada (kW) |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 185 | 14.8 |
| 2 | 263 | 22.40 |
| 3 | 299 | 21.55 |
| 5 | 167 | 13.49 |
| 6 | 48 | 3.34 |
| 7 | 149 | 6.02 |
| 8 | 135 | 8.67 |
| 9 | 145 | 11.59 |

Estudio de la mejor variante energética que permita disminuir los consumos de energía en los sistemas de iluminación de la CUC.

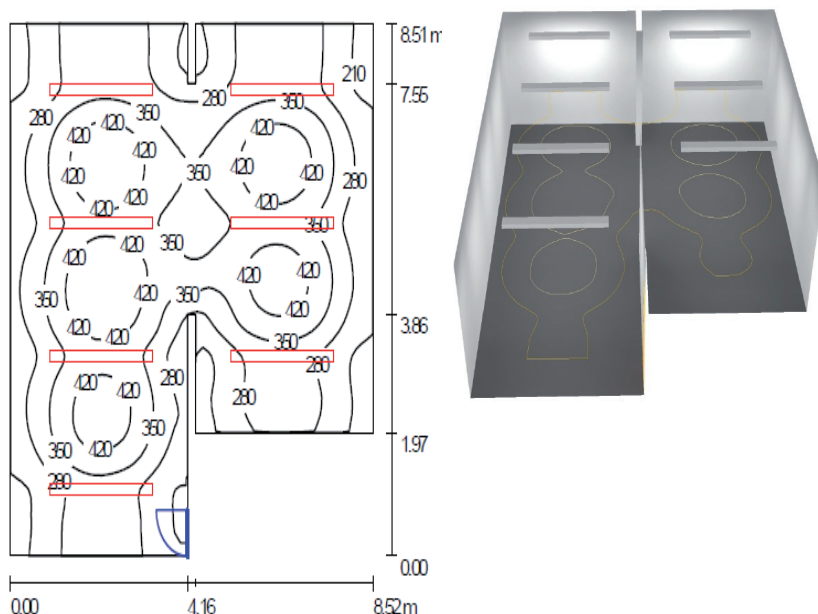
Iluminar un espacio es más que poner bombillas cuando falte la luz natural. Una correcta iluminación debe brindar la sensación de confort que se busca y al mismo tiempo debe ser parte del aspecto estético global del lugar que se ilumina. La iluminación en muchos casos, implica el mayor costo que se paga por consumo de energía en una edificación, por esta razón se debe pensar en iluminar bien y en hacerlo ahorrando energía. Para ello se debe seleccionar adecuadamente el tipo de bombilla que se utiliza en cada espacio¹⁵.

Diseño de iluminación en laboratorio de circuitos eléctricos y salones.

En el laboratorio de circuitos eléctricos se realizaron los cálculos utilizando la herramienta DiaLUX, para estimar las necesidades en iluminación y seleccionar el tipo de luminaria que se debe instalar teniendo en cuenta el ahorro de energía por este concepto, para este caso se cambiaron 8 lámparas de 2x40W con una potencia total de 640W, por 7 lámparas de 1x1x32W con una potencia instalada de 469W.

¹⁵ UPME, Universidad Nacional de Colombia. Guía Didáctica para el buen uso de la energía eléctrica, Bogotá. 2008.

Figura 5. Diseño de Iluminación con DiaLUX en laboratorio de circuitos eléctricos.



Las mediciones para el cambio de luminarias en los salones de clase de la Institución se realizan en un salón del primer piso en uno de los bloques con mayor flujo de estudiantes durante el día y la noche, teniendo en cuenta que para los estudiantes es de fácil acceso y es común encontrar estudiantes que utilizan los salones cuando estos están vacíos o en su defecto, al terminar las actividades normales de clase que están programadas y en las que realmente se deben encontrar los valores reales de consumo, dejan las luminarias y ventiladores encendidos, desperdiándose de esta manera la energía eléctrica.

Este proyecto para efectos de iluminación toma como referencia el reglamento RETIE¹⁶, teniendo en cuenta que un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

El salón tiene 4 lámparas 2x40W, y de las mediciones realizadas se obtienen valores de iluminancia desde 188 luxes hasta 500 luxes, obteniéndose valores por debajo de los que indica la norma para salones de clases que deben estar entre los 350 y los 750 luxes y en tableros de 500 a 1000 luxes, según RETIE y adoptados de la Norma ISO 8995. Para este salón la reducción en las potencia sería de 320 Watt que actualmente quedarán instalados en este salón.

¹⁶ UPME. Reglamento Técnico para instalaciones eléctricas. RETIE, 2008.

Tabla 21. Niveles de luminancia para centros educativos según RETIE.

| | | | |
|---------------------------------|-----|-----|------|
| Colegios | | | |
| <i>Salones de clase</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Tableros para emplear con tizas | 300 | 500 | 750 |
| Elaboración de planos | 500 | 750 | 1000 |
| <i>Salas de conferencias</i> | | | |
| Iluminación general | 300 | 500 | 750 |
| Tableros | 500 | 750 | 1000 |
| Bancos de demostración | 500 | 750 | 1000 |
| <i>Laboratorios</i> | 300 | 500 | 750 |
| <i>Salas de arte</i> | 300 | 500 | 750 |
| <i>Talleres</i> | 300 | 500 | 750 |
| <i>Salas de asamblea</i> | 150 | 200 | 300 |

| | NIVELES DE ILUMINANCIA (lx) | | |
|--|-----------------------------|-------|------|
| | Min. | Medio | Máx. |

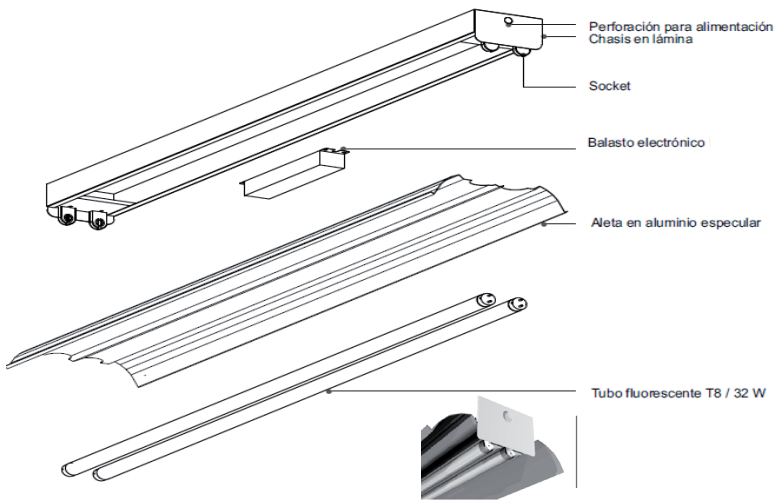
Fuente: RETIE, 2008.

Una vez terminadas las mediciones iniciales para un salón de clases, en el mismo bloque se realiza el cambio de 41 lámparas de 2x40 W, con luminarias de 1x1x32W, quedando mejor distribuida la iluminación en todo el salón, permitiendo reducir los consumos de energía en el bloque seleccionado.

Implementación de soluciones energéticas en la iluminación. Ahorros obtenidos.

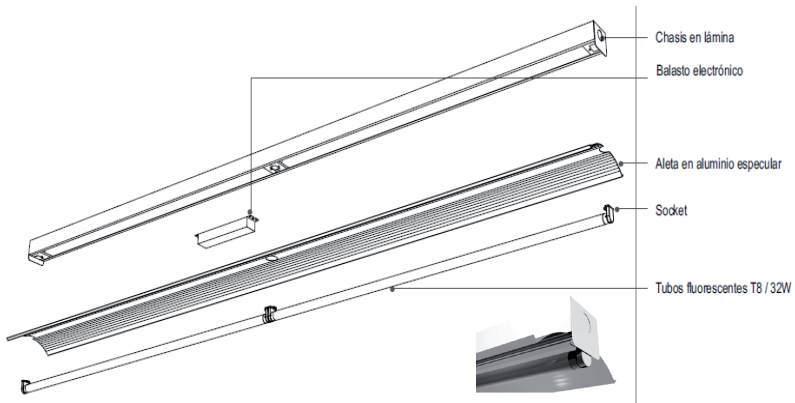
Para la implementación del programa de ahorro de energía, se decide cambiar las lámparas de 40 W por lámparas de 32 W, esta reducción de la potencia se relaciona directamente con la disminución de los consumos de energía eléctrica. Se compran y cambian 60 lámparas de 2x32W, sustituyendo las de 2x40W, cada cambio implica reducción de 16W, con un total de 960 W aproximadamente 1 kW.

Figura 6. Características generales de las lámparas seleccionadas de 2x32W.



FUENTE: Referencia IF SAE 1x4 / 2T83241 / E1.

Figura 7. Características generales de las lámparas seleccionadas de 1x1x32W.



FUENTE: Referencia IF SAE 1x8 / 1x1T83241 / E1.

Desarrollo de jornadas y actividades de socialización y concientización en el Uso Racional de la Energía en una Institución de Educación Superior.

Dentro de los objetivos prioritarios del programa de ahorro de energía en la Corporación Universitaria de la Costa, está la concientización de la comunidad en general, esta labor facilita el logro de los objetivos planteados, y ayuda a la reducción de hasta un 10% hasta un 20% en los consumos de energía eléctrica según estudios a nivel internacional.

Durante el año 2009, se han realizado conferencias que tratan la temática del Uso Racional de la Energía en la institución, el sector industrial, comercial, residencial, etc. Estas conferencias son dictadas por especialistas externos de importantes empresas de la ciudad, que están directamente relacionados con el tema.

Figura 8. Conferencias sobre ahorro de energía para la comunidad de la CUC





FUENTE: Elaboración propia.

El programa de Ingeniería Eléctrica, tiene su línea de profundización en Uso Racional de la Energía y ello ha contribuido a que a través de las asignaturas electivas, se lleve a cada salón donde se esté dictando clase para cualquier programa de la institución, charlas que son dirigidas por los estudiantes del programa de Ingeniería Eléctrica, buscando un espacio para divulgar la información sobre la importancia del ahorro de energía en los tiempos actuales, permitiendo que la comunicación llegue a todos los estudiantes y se logre iniciar el proceso de concientización de la comunidad.

Las actividades de concientización hacia el ahorro de energía, desarrolladas en el año 2009, se pueden categorizar como exitosas, en ellas además de la información brindada a los estudiantes y docentes de la institución también se utilizó la publicidad alegórica al Programa de Ahorro de Energía, lográndose mayor aceptación por parte de la comunidad de la Corporación Universitaria de la Costa.

Figura 9. Calendario de Bolsillo y botón, utilizada como publicidad para el Programa de Ahorro de Energía en la CUC 2009-2010.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 10. Calendario de Mesa, utilizado como publicidad para el Programa de ahorro de Energía en la CUC 2009-2010.



FUENTE: Elaboración propia.

Una vez implementado el programa de ahorro de energía en la CUC, se puede comenzar con el proceso de implementación del Sistema de Gestión Eficiente y Racional de la Energía (SIGERE), dentro del cual estará involucrada toda la comunidad universitaria y donde actuarán como ejecutores en algunos casos y/o beneficiarios del proceso en otros, llevando el conocimiento hacia el ahorro de energía.

Bibliografía

Como Ahorrar Energía (2003). España [citado oct., 2004]
Disponible: <http://www.enbuenasmanos.com>

Campos Avella, J. C. (2004). *Manual de Procedimientos para la Caracterización y Diagnóstico Energético-Ambiental*.

Flórez Piedrahita, C. A. (2008). *Integración y eficiencia de la energía eléctrica: Medidas que contribuyen a la seguridad de Abastecimiento energético en América Latina y el Caribe*. Boletín Informativo OLADE, Año 2 Edición 8, mayo.

Colectivo de autores (2002). *Gestión Energética Empresarial*. Cienfuegos, Cuba.

BRASIL (1999). *Consumo de energía eléctrica, 1999* [citado mayo., 2004]. Disponible: [http://www.escelsa.com.br/investigadores/merc.energ./consumo energía](http://www.escelsa.com.br/investigadores/merc.energ./consumo%20energ%C3%ADa).

COLOMBIA (2003). *Convenio que establece la organización latinoamericana de energía* [citado agosto 2004]. Disponible: <http://www.olade.org.co>

Jáuregui Rigó, S.; Reyes Carvajal, T. (2006). *Análisis de la gestión energética en la Universidad Central de las Villas*.

MÉXICO. *Comisión Nacional de Ahorro Energético (2000)*. [Citado agosto 2004]. Disponible: <http://www.conae.mex>

- Monreal Palomino, I. (2003). *“Mejora de la Eficiencia Energética: Una necesidad Plenamente Justificada”*. España [citado agosto, 2004]. Disponible: <http://www.idae.es>
- Monteagudo Yanes, J. (2006). *Estudio preliminar del uso de la energía en la educación superior cubana*.
- Noguera, J. M. & Nogueras Puentes, E. (2000). *Plan de ahorro de energía en un centro escolar*. Revista Energía, septiembre. <http://www.energuia.com>
- PERÚ (2006) Electrolima (2007). *¡Cómo ahorrar energía!* <http://www.electrolima.com>.
- Rey Martínez, F. J.; AEV/AEE (2005). *Una nueva metodología para la certificación energética en edificios*. España,
- UPME (2008). *Guía didáctica para el buen uso de la energía*. Bogotá, Colombia.
- UPME, COLCIENCIAS. (2007). “e-URE”, *Uso Racional de la Energía*. (Curso Virtual).