



## DESARROLLO DE MODELO DE GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA HACIENDA MAJAVITA

Avance proyecto "Análisis de los factores que inciden en el consumo eléctrico de la Hacienda Majavita"

**John Andersson Pinzón Pinzón, Miguel Orlando Durán Rangel, Angélica Juliana Mora Rangel<sup>1</sup> y Edgar Quintanilla Piña<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Estudiantes Ingeniería Ambiental, Integrantes semillero SEAUL Ingeniería Ambiental. migueldisena@hotmail.com, anderssonpinzon94@hotmail.com, julimr08@hotmail.com

<sup>2</sup>Ingeniero Metalúrgico Especialista en Docencia Universitaria, Especialista en Administración de la Informática Educativa. Magíster en Sistemas Energéticos Avanzados (c), Docente Investigador Universidad Libre Seccional Socorro. quintanillapinaedgar@gmail.com

Fecha recepción marzo 15 de 2017. Fecha aceptación junio 23 de 2017

EL CENTAURO. ISSN: 2027-1212

### RESUMEN

**Figura 1.** Desperdicio eléctrico salón M3.



**Problema:** El consumo energético de Colombia es suplido por sistemas basados en el aprovechamiento de recursos de la siguiente forma: hidráulicos en un 64%, térmicos 38%, equipos menores 4.8% y cogeneradores 0.4%. Además, la demanda de energía eléctrica en Colombia en 2012 alcanzó los 59.370GWh, siendo los fines de semana el momento en el cual se utiliza más este recurso, durante el año 2015 lo transado por compra y venta de energía fue de \$10.87 billones teniendo un costo de \$120.72 KWh.

En la primera etapa de este proyecto se determinó que en la Hacienda Majavita existe un 32.5% de exceso en el consumo eléctrico, en parte ocasionado por elementos eléctricos innecesariamente encendidos o conectados a la red eléctrica.

La investigación buscó identificar la relación existente entre la cultura de consumo de las personas que habitan en la Hacienda Majavita y el desperdicio eléctrico que se presenta en esta, igualmente, definir las conductas de consumo de energía eléctrica y verificar el cumplimiento del RETIE en dicho lugar.

Mediante la observación directa del lugar bajo estudio y la realización de encuestas para darle un valor cuantitativo a la cultura de consumo de los integrantes de la comunidad universitaria se identificó que en los salones y corredores de la Hacienda es en donde más energía se desperdicia.

### Palabras clave

Energía eléctrica, derroche energético, gestión energética, URE.

**ABSTRACT**

The energy consumption of Colombia is supplemented by systems based on the use of resources as follows: hydraulic 64%, thermal 38%, equipment smaller 4.8% and cogenerators 0.4%. In addition, the demand for electric power in Colombia, in 2012, reached 59.370GWh, with the weekend being the time when this resource is used the most, during the year 2015 the transactions for energy purchase and sale was \$ 10.87 trillion having a cost of \$ 120.72 KWh.

In the first stage of the project it was determined that there is a 32.5% excess electricity consumption in the Hacienda Majavita, partly due to unnecessarily electric elements connected to the electricity grid.

This research sought to identify the relationship between the consumer culture of the inhabitants of the Hacienda Majavita and the electric waste that is presented in it, as well, define the behavior of electric energy consumption and verify the compliance of RETIE in that place.

Through the direct observation of the place under study and the conduct of surveys to give a quantitative value to the consumer culture of the members of the university community was identified that in the halls and corridors of Majavita is where more energy is wasted.

**Key words**

Electric power, energy waste, Energy management, URE.

**1. INTRODUCCIÓN**

La electricidad utilizada en el mundo es producida en su mayoría mediante el uso de combustibles fósiles y la conversión de energía hidráulica, según la Unidad de Planeación Minero Energética se estima que para la década 2020-2030, en Colombia, se consumirían 80189.2 GWh.

Por este motivo, es importante la implementación de políticas de reducción de energía y la implementación de generación de energía limpia mediante recursos renovables.

Para desarrollar este proyecto de una forma adecuada y obtener resultados verídicos y poder generar un producto final justificado y veraz se dividieron los objetivos específicos como investigaciones semestrales las cuales aportan en su desarrollo al avance del proyecto principal.

Dentro del marco de desarrollo del presente proyecto de investigación; el cual hace referencia a la tercera fase; correspondiente al análisis de los factores que inciden en el consumo eléctrico de la Hacienda Majavita, se presenta un resumen de las fases I y II desarrolladas en el I y II semestre del año 2015.

La primera etapa buscaba la determinación de la eficiencia del consumo eléctrico en la Hacienda Majavita (2015 -I) arrojando como resultado una eficiencia de 67.5%. En la fase dos cuyo objetivo fue la identificación de los factores intervinientes en el derroche del consumo eléctrico en la Hacienda

Majavita (2015-II); se identificó a la cultura de las personas que habitan la Hacienda como un factor determinante en el derroche de energía eléctrica y por último, el objetivo tres definir la relación que existe entre la cultura de la personas y el consumo eléctrico de la Hacienda Majavita desarrollado en el semestre (2016-II)

**2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para la década 2020-2030 se estima un crecimiento anual promedio del 3% en el consumo de electricidad (J. Aponte, 2013).

Dentro de la Hacienda Majavita de la Universidad Libre Seccional Socorro se evidencia un despilfarro de energía, de acuerdo a la investigación realizada por Durán M., Mora A. & González D, un 32.5% del consumo eléctrico de dicho lugar es producido por excesos en el uso.

Al generarse un exceso en el consumo de electricidad en la Hacienda Majavita, la Universidad debe realizar pagos elevados mensualmente a la empresa Electrificadora de Santander.

**2.1. Antecedentes**

**(Osmel & Gorrín, 2015)** Demostraron que el índice de consumo eléctrico utilizado en los hoteles turísticos de Cuba no constituye un indicador efectivo para evaluar la eficiencia energética, se analizaron las

posibles causas de esto y se propuso la obtención de un nuevo índice de consumo de energía eléctrica.

**(Gram-Hanssen, 2010)** Realizaron un estudio mediante el cual analizaban las diferentes rutinas de consumo energético y socializando diferentes técnicas educativas para promover la reducción del gasto eléctrico por parte de los consumidores, concluyeron que para cambiar el concepto de las personas respecto al gasto energético es necesario que entiendan la estabilidad y el cambio en su cultura de consumo haciéndola menos individualista.

**(Lebot, Meier, & Anglade, 2000)** indicaron que el modo Stand-by es responsable de entre 20 y 60W por vivienda en los países en vía de desarrollo y que al reducir este consumo se disminuye también las emisiones de carbono debido a que la mayoría de electricidad generada es mediante el uso de combustibles fósiles.

## 2.2. Pregunta problema

¿Cómo se relacionan el consumo eléctrico y la cultura de las personas que habitan la Hacienda Majavita de la Universidad Libre Seccional Socorro?

## 2.3. Hipótesis

La relación entre el consumo eléctrico y la cultura de las personas que habitan la Hacienda Majavita será inversamente proporcional, es decir, a mayor cultura de consumo de los habitantes, menor cantidad de energía eléctrica consumida.

## 2.4. Justificación

Determinando las causas del exceso de consumo eléctrico y al solucionarlas se evitaría una fracción de las emisiones de gases efecto invernadero por parte de las termoeléctricas o las inundaciones de terreno que necesitan las hidroeléctricas para incrementar la oferta de electricidad, además, se mitiga el impacto a la capa de ozono y la destrucción de ecosistemas, protegiendo la biodiversidad del país.

Al definirse las variables que influyen en el consumo eléctrico de la Hacienda Majavita se puede determinar cuáles de estas son las que tienen mayor injerencia en el exceso de consumo encontrado.

Conociendo los factores que intervienen en el consumo eléctrico de la Hacienda Majavita se pueden realizar proyecciones, evitando que se generen problemas al haber un cambio de una variable.

## 2.5. Objetivo general

Identificar la relación que existe entre la cultura de consumo de las personas que habitan la Hacienda Majavita de la Universidad Libre y el derroche eléctrico.

## 2.6. Objetivos específicos

- Definir conductas de consumo de energía eléctrica de quienes habitan la Hacienda Majavita.
- Comparar lugares de derroche eléctrico en la Hacienda Majavita con los encontrados en 2016-I.
- Identificar los componentes eléctricos que funcionan en la Hacienda Majavita, renovando el inventario del 2014.
- Revisar EL RETIE y utilizarlo como una base para la reducción del derroche eléctrico.
- Establecer alternativas que permitan la reducción del derroche eléctrico en la Hacienda Majavita.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Localización

Universidad Libre Seccional Socorro hacienda Majavita.

### 3.2. Tipo de investigación

Investigación Cuantitativa de alcance Correlacional: debido al uso de cálculos de promedios, máximos, mínimos de cantidad de estudiantes y consumos eléctricos, además, correlaciones de variables mediante ecuaciones de regresión lineal múltiple. Investigación Cualitativa: al determinar la cultura de consumo de los habitantes de la Hacienda Majavita mediante la aplicación de encuestas.

### 3.3. Definición de variables

Las siguientes son las variables establecidas en base a los objetivos específicos de este proyecto.

**Tabla 1.** Variables y su clasificación

Tipo de variable	Variable	Unidad
<b>Dependientes</b>	Electricidad consumida mensual	KWh/mes
	Electricidad consumida anual	KWh/año
	Coefficiente de correlación	-
	Coefficiente de determinación	-
	Cultura de Consumo	-
<b>Independiente</b>	Tiempo	Días,mes, año
	Número de estudiantes	#

### 3.4. Técnicas de investigación

Las técnicas utilizadas para la recopilación de la información en la investigación fueron la observación de los lugares que conforman la Hacienda Majavita; registrándolos para su respectivo análisis; y la realización de una encuesta para darle valor cuantitativo a la cultura de consumo de los integrantes de la comunidad universitaria.

### 3.5. Análisis estadístico

Se realizó análisis utilizando estadística descriptiva, buscando promedios, desviaciones estándar, coeficientes de variación, correlación y determinación.

### 3.6. Equipos de medición

Los equipos utilizados fueron la cámara fotográfica y el equipo de cómputo para recopilar la información encontrada del censo y los seguimientos de los lugares de la Hacienda Majavita y el desarrollo de la encuesta.

### 3.7. Procedimiento

Para definir las conductas de consumo eléctrico se realizaron encuestas a las personas que constantemente utilizan la Hacienda (Estudiantes, administrativos, docentes y vivientes)

Además, se realizó un control durante dos meses en donde se identificó la forma como se encontraban antes y después de clases los dispositivos eléctricos utilizados en dicho lugar.

Se hizo también una revisión del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) para reducir los consumos eléctricos debido a malos manejos y sistemas imperfectos de las redes eléctricas que componen la Hacienda.

Por último, se hizo el censo de todos los elementos eléctricos usados diariamente en el campus, revisando el consumo de energía de cada uno durante su funcionamiento y en modo Stand-by. Estos datos se utilizaron para determinar la cantidad de consumo teórico de la Hacienda.

### 3.8. Población y muestra

La población es la Seccional Socorro de la Universidad Libre, pero se tomó como muestra la Hacienda Majavita.

## 4. RESULTADOS

Una vez realizados los seguimientos a la Hacienda Majavita se obtuvieron parcialmente estos resultados.

### 4.1. Determinar conductas de consumo de los habitantes de la Hacienda Majavita

En la determinación de la conducta de las personas que habitan la Hacienda Majavita se elaboró con ayuda del Ingeniero Olith Ardila, como se ve en la figura 2, una encuesta donde se tiene en cuenta variables como: la frecuencia con que se visitan los lugares de la Hacienda y factores climáticos, donde los datos que se van a obtener puedan dar menor error en la ecuación de regresión y menor desviación estándar.

*Figura 2. Asesoría para diseño de la encuesta.*



Antes de aplicar la respectiva encuesta se realizó una prueba piloto para verificar fuera comprendida por los encuestados.

Teniendo como resultado una respuesta favorable se aplicará la encuesta diseñada para conocer de forma estadística la cultura de consumo eléctrico de los integrantes de la comunidad Universitaria de la Universidad Libre.

*Figura 3. Inspección de salones Hacienda Majavita*





#### 4.2. Comparar lugares de derroche eléctrico en la Hacienda Majavita con los encontrados en 2015.

En la figura 3 se observa el proceso de revisión de salones en donde se observó que docentes y estudiantes tienen una cultura de despilfarro de energía al dejar equipos y luces encendidas o dejarlos en modo Standby; como se aprecia en la figura número 4, en la cual se evidencia un salón sin ningún estudiante o docente y las luces se encuentran encendidas sin ser necesarias.

**Figura 4.** Aula de clase de la Hacienda Majavita



Se identificó que los sitios con mayor derroche son los salones de clase y algunos corredores de la Hacienda.

#### 4.3. Revisar EL RETIE y utilizarlo como una base para la reducción del derroche eléctrico.

Durante la revisión del RETIE se encontraron varias falencias; como lo son: la señalización de los lugares que contienen aparatos con carga eléctrica muy alta y la inclusión de puntos calientes que suman al consumo energético en exceso sobrecargas; con esto se consolidó una base para la reducción del derroche eléctrico y actualizar la Universidad con respecto a reglamentos como el de instalaciones eléctricas.

#### 4.4. Identificar los componentes eléctricos que funcionan en la Hacienda Majavita, renovando el inventario del 2014.

Durante la renovación del censo se percibió la adquisición de nuevos equipos en las aulas de clases; como lo son los proyectores de video y las pantallas de proyección, igualmente, nuevas regletas o multipuertos y equipamiento de laboratorios (en la figura 5, se ilustra el nuevo espectrofotómetro que está ubicado en el laboratorio de aguas de la Universidad Libre).

**Figura 5.** Espectrofotómetro.



## 5. DISCUSIÓN

Durante el proceso de toma de datos se evidenció que parte del exceso en el consumo se debe a elementos que no se apagan ni desconectan como lo son las pantallas, ventiladores y regletas de corriente, con lo observado en la teoría, los equipos que se encuentran en modo Standby generan un gasto apreciable de energía eléctrica; lo cual, está ocurriendo en la Hacienda Majavita debido a la falta de cultura de las personas que la habitan.

## 6. CONCLUSIONES

En la aplicación de la prueba piloto de la encuesta se obtuvo un resultado favorable ya que los estudiantes y docentes entienden el formato, el cual fue diseñado para determinar conductas de consumo de los habitantes de la Hacienda Majavita.

Se identificó que en la Hacienda Majavita los sitios con mayor derroche de electricidad son los salones de clase y parte de los corredores debido a equipos eléctricos como las pantallas de publicidad que se dejan en modo en stand-by o encendidas.

Durante la revisión del RETIE se determinó que la Universidad debe prestar especial atención al cumplimiento de los siguientes requisitos del reglamento: la señalización de las instalaciones eléctricas, la implementación de un plan de seguridad, que el alambrado eléctrico se encuentre canalizado o entubado y la necesidad de aislar las redes eléctricas de zonas de alta humedad, entre otras.

Durante la renovación del censo se encontró la implementación de nuevos equipos en las aulas de clase y los laboratorios; de los cuales se pueden mencionar el espectrofotómetro, y la estación meteorológica; además de pantallas, regletas y Routers.

### 6.1. Recomendaciones

Con los resultados de la encuesta generar una cartilla para ser socializada y concientizada ante toda la comunidad universitaria, en busca de mejorar la cultura en el consumo eléctrico y así reducir pagos y la huella de carbono de la Hacienda Majavita.

### 6.2. Planes para el trabajo futuro

Aplicar el proyecto en otros establecimientos educativos y sobre todo escuelas rurales para

disminuir la dependencia de la interconexión eléctrica, con un posible apoyo a sistemas renovables. Otras edificaciones universitarias o de secundaria donde se vea la necesidad de implementar una medida de ahorro de energía eléctrica y excesivo pago de los recibos de consumo a las electrificadoras por el despilfarro eléctrico.

El proyecto va enfocado también a los hogares que busquen hacer un uso eficiente de la energía eléctrica.

## 7. REFERENCIAS

- Begoña, D., & Quintanal, J. (2010). Bloque III?: TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, 1-23. Retrieved from <http://brayebran.aprenderapensar.net/files/2010/10/TECNICAS-DE-INVEST.pdf>
- Conchado, A., & Linares, P. (2008). Gestión activa de la demanda eléctrica doméstica?: beneficios y costes. V Congreso de La AEEE Vigo, 1-21.
- Congreso de la República de Colombia. (2001). Contenido del Documento, 2003(Marzo 13), 1-18. Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4449#>
- Congreso de la República de Colombia. (2014). May 2014, (May), 2014. Retrieved from [http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf)
- Durán, M., Mora, A., & González, D. (2015). Artículo científico determinacion de la eficiencia en el consumo energetico de la hacienda majavita.
- Durán, Miguel, Mora, Juliana, P. J. A. (2015). Determinacion de los factores intervinientes en el desperdicio del consumo electrico de la hacienda majavita.
- Fallis, A. . (2013). No Title No Title. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689-1699. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ferreira, M. A. M. A., Amaro, M., & Aguiar, M. (2009). A eficiência energética na reabilitação de edifícios. Faculdade de Ciências E Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Gram-Hanssen, K. (2010). Standby consumption in households analyzed with a practice theory approach. Journal of Industrial Ecology, 14, 150-165. <http://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00194.x>
- Hanson, S., Seok, M., Lin, Y. S., Foo, Z., Kim, D., Lee, Y., ... Blaauw Dr, D. (2009). A low-voltage processor for sensing applications with picowatt standby mode. In IEEE Journal of Solid-State Circuits (Vol. 44, pp. 1145-1155). <http://doi.org/10.1109/JSSC.2009.2014205>
- I.P.E.M 56 Abraham Juarez. (2016). Variables de medida Estación Meteorológica. Retrieved from <http://www.oni.esuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/temperatura.html>
- ICONTEC. (2011). Iso 50001. Economic Outlook. Retrieved from [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf)
- IDAE. (2011). Plan de Ahorro Eficiencia Energetica 2011-2020. IDAE.
- J. Aponte, J. A. (2013). Proyección de Demanda de Energía Eléctrica en Colombia. Bogotá, D.C., Colombia. Retrieved from [http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/proyeccion\\_demanda\\_ee\\_Abr\\_2013.pdf](http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/proyeccion_demanda_ee_Abr_2013.pdf)
- José Vicéns, J. M. (2003). UN MODELO DE PREVISIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA?: THORII, 1-52.
- Lagunes Díaz, E. G., Beltrán Morales, L. F., Stoyan, S., & Ortega Rubio, A. (2011). Pasado, presente y futuro del consumo y generación de energía eléctrica en Baja California Sur: Planeación y optimización para el estado más árido y aislado de la república. In Hacia la sustentabilidad ambiental de la producción de energía en México (pp. 139-176).
- Lebot, B., Meier, A., & Anglade, A. (2000). Global implications of standby power use. In The Proceedings of ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.
- Lee, Y., Seok, M., Hanson, S., Blaauw, D., & Sylvester, D. (2008). Standby power reduction techniques for ultra-low power processors. IEEE European Solid-State Circuits Conference, 186-189. <http://doi.org/10.1109/ESSCIRC.2008.4681823>

McGarry, L. (2004). Standby power challenge. 2004 International IEEE Conference on the Asian Green Electronics (AGEC). Proceedings of. <http://doi.org/10.1109/AGEC.2004.1290867>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Resolucion\_186\_de\_2012\_-\_Metas\_Ambientales.pdf*. Bogotá, D.C., Colombia. Retrieved from [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/Insentivos/Resolucion\\_186\\_de\\_2012\\_-\\_Metas\\_Ambientales.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/Insentivos/Resolucion_186_de_2012_-_Metas_Ambientales.pdf)

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2013). *ENERGÍA ELÉCTRICA*. Retrieved from <http://www.minminas.gov.co/documents/10180/614096/4-Energia.pdf/97e512a3-3416-4f65-8dda-d525aa616167>

Osmel, M. S., & Gorrín, C. (2015). Indicadores de eficiencia energética en hoteles turísticos en Cuba. *Indicators for Energy Efficiency in Tourism Hotels in Cuba*, 1-5.

Presidencia de La República de Colombia. (2003). *Contenido del Documento, 2003(Marzo 13)*, 1-18. Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=11032>

Presidencia de La República de Colombia. (2007). *Contenido del Documento, 2003(Marzo 13)*, 1-18. Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=25479>

Reineris Montero, Carlos Pérez, Ever Góngora, S. M. (2009). *PREDICCIÓN DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y GAS LP EN UN HOTEL MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES*. Medellín.

Thøgersen, J., & Grønhøj, A. (2010). Electricity saving in households-A social cognitive approach. *Energy Policy*, 38, 7732-7743. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.025>

Viebahn, P., Lechon, Y., Trieb, F., US Energy Information Administration, Universidad de Chile, Villanueva, J., ... A, C. (2013). Modelo de estimación espacial del consumo eléctrico para la planificación de la expansión de sistemas de transmisión. *Energy Policy*, 14, 5-7. <http://doi.org/10.2172/1011644>

Vila, A., Sedano, M., López, A., & Ángel, J. (2013). *Correlación lineal y análisis de regresión*. Uoc, 1-21. Retrieved from [www.UOC.edu](http://www.UOC.edu)