

# **Evaluación de factibilidad en la implementación de medidas de eficiencia energética para el Centro Kellogg**

**Alejandra Sandóval Justiniano**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Diciembre, 2013

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

# **Evaluación de factibilidad en la implementación de medidas de eficiencia energética para el Centro Kellogg**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Alejandra Sandóval Justiniano**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2013

## Evaluación de factibilidad en la implementación de medidas de eficiencia energética para el Centro Kellogg

Alejandra Sandóval Justiniano

**Resumen:** Las medidas de eficiencia energética brindan un impacto positivo en el ahorro de energía eléctrica. Estas estrategias dan como resultado una reducción del consumo energético, costos y emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Se estudió la aplicación de las medidas de eficiencia energética en el Centro Kellogg de la Escuela Agrícola Panamericana. Se evaluaron 48 habitaciones y seis salas de conferencia, aplicando los dos primeros apartados de la metodología propuesta por la ISO 50001. La primera etapa consiste en una auditoría, elaborando un inventario para la obtención de puntos críticos. Los puntos críticos son el resultado de la aplicación del principio de Pareto y se enfoca en los equipos que representan un mayor consumo energético. Se encontró en esta categoría a los calentadores, el equipo de aire acondicionado y las luminarias. La segunda etapa consiste en la evaluación de la factibilidad de las medidas aplicadas. Se proponen tres escenarios que difieren entre sí principalmente por la inversión monetaria. El escenario 1 consiste en una campaña de sensibilización sin costo de inversión en equipo, esta podrá generar un ahorro de 105.58 MWh equivalente a 17,980 dólares anual. Para el escenario 2 y 3 se realizó un flujo de efectivo, con una tasa de descuento de 12%. El escenario 2 presentó un ahorro energético de 204.88 MWh que representa un ahorro de 20,922 dólares y una TIR de 166%. El escenario 3 tuvo un ahorro energético de 458.32 MWh con un ahorro monetario de 26,271 dólares mensual y una TIR de 101%. Se seleccionó el escenario 3 como el de mayor impacto al presentar valores mayores de VAN y ahorro energético.

**Palabras clave:** Ahorro energético, consumo energético, equipos eléctricos, eficiencia energética.

**Abstract:** Energy efficiency measures provide a positive impact for saving electricity and reducing energy consumption. The implementation of energy efficiency measures at the Kellogg Center of the Pan American Agricultural School was evaluated. Forty eight rooms and six conference rooms were evaluated with the first two stages of continuous improvement methodology of ISO 50001. The first stage consisted of an audit to identify critical points for energy saving based on the Pareto principle for all equipment requiring electrical power. The critical appliances were heaters, air conditioning systems and lighting. The second step consisted on an evaluation of the feasibility of the measures. Three financial scenarios were evaluated. Scenario 1 involves an awareness campaign without investments which could result in energy savings of up to 105.58 MWh and a monetary savings of 17980 dollars. For scenario 2 and 3 a cash flow analysis was performed with a discount rate of 12%. Scenario 2 provided energy savings of 204.88 MWh representing a monetary savings of 20,922 dollars and an Internal Revenue Return (IRR) of 166%. Scenario 3 has an energy saving of 458.32 MWh with money saving 26,271 dollars and an IRR of 101%. Scenario 3 was considered to be the best in terms of energy efficiency and savings.

**Keywords:** Energy consumption, energy efficiency, electrical equipment, energy saving.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>23</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Inventario de equipos electrodomésticos de consumo menor a 1MWh/año en el CK. ....	8
2. Inventario de equipos electrodomésticos con un consumo energético mayor a 1 MWh/año. ....	9
3. Inventario de equipos de iluminación en el CK. ....	10
4. Inventario de equipos varios con potencia mayor a 100 MWh/año. ....	11
5. Principio de Pareto aplicado a todos los equipos, referente a su consumo energético. ....	12
6. MEE distribuidas en tres escenarios de acción.....	14
7. Escenario 1, ahorro energético aplicando campaña de sensibilización, referente al consumo energético actual. ....	15
8. Escenario 2, ahorro energético aplicando automatización, referente al consumo energético actual. ....	15
9. Escenario 3, ahorro energético con propuesta de cambio de equipos actuales. .	16
10. Ahorro monetario de las MEE propuestas en el escenario 1. ....	17
11. Ahorro monetario de las medidas de EE propuestas en el escenario 2. ....	17
12. Ahorro monetario de las medidas de EE propuestas en el escenario 3. ....	18
13. Cotización de equipos de los escenarios 2 y 3, y de los equipos actuales. ....	18
14. Matriz de VAN proyectada referente al cambio en promedio de ocupación del CK.....	19

Figuras	Página
1. Mapa de localización del CK. ....	7
2. Promedio ocupacional del CK.....	8
3. Gráfica del consumo energético del CK referente al promedio de ocupación. Zamorano, Honduras. 2013. ....	12
4. Gráfica de puntos críticos aplicando el principio de Pareto. Zamorano, Honduras. 2013. ....	13

1. Consumo energético y monetario del año 2013 de Zamorano. ....	25
2. Consulta al personal de limpieza y recepción del CK para determinar las horas de uso de los equipos que consumen energía eléctrica. ....	26
3. Lista de chequeo de equipos que requieren energía eléctrica en habitaciones y pasillos del CK. ....	27
4. Principio de Pareto aplicado a todos los equipos del CK. ....	29
5. Flujo de efectivo para el escenario 2, aplicación de medidas de automatización del CK. ....	30
6. Flujo de efectivo para el escenario 3, cambio de equipos actuales del CK. ....	31
7. Flujo de efectivo para el estado actual del CK. ....	32
8. Ahorro proyectado para el escenario 1.....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

La crisis energética iniciada en los años setenta sumada a la problemática del cambio climático y las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), han sido incentivos en la implementación de medidas de eficiencia energética (MEE). Esta iniciativa es actualmente promovida a nivel mundial y ha motivado a los gobiernos a trazar las regulaciones y políticas que impulsen el mejoramiento de la calidad y la eficiencia del suministro energético. Sin embargo, este compromiso no ha sido firme en el tiempo debido a la mala supervisión en el cumplimiento de estas políticas reguladoras (Londoño y Ramírez 2013).

La eficiencia energética es una de las vías más rápidas y eficaces para reducir el consumo energético a nivel mundial. Esto se atribuye a que los proyectos de eficiencia energética son realizados tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. (BID 2012b). Por otro lado la implementación de las MEE contribuye a la reducción de CO<sub>2</sub> en todas las actividades que requieran energía para ser ejecutadas, ya sean estas agrícolas, industriales o comerciales bajo que el principio de que la fuente de generación de la energía eléctrica tradicional es por medio de combustible fósil (Graus *et al.* 2010).

Bajo el principio de que la energía más limpia es la que no se consume, se diseñan edificaciones de uso energético eficiente. El análisis requerido para la implementación de una estrategia de eficiencia energética en una edificación consta de tres etapas; la primera de ellas analiza el estado energético del lugar o línea base, que consiste en contabilizar el consumo energético del equipo en uso. En la segunda se identifican los puntos críticos, que representan el mayor consumo energético. Finalmente, la tercera son las MEE que contribuyen a la reducción del consumo y que consiste en el cambio de cultura, cambio de equipo e integración de energías renovables (Visa *et al.* 2013).

En Latinoamérica, existen programas de eficiencia energética que otorgan financiamiento para el desarrollo de auditorías, asistencia técnica y fortalecimiento de normativa nacionales (PESIC s.f.). Entre estos, se mencionan las iniciativas del Proyecto de Micro, Pequeña y Mediana Empresa verdes, llevado a cabo por el Banco Centroamericano de Integración Económica, que realizó una inversión de 24,100 dólares para el financiamiento de iniciativas, donde se reemplazaron las unidades de transporte para mejorar la eficiencia energética (BCIE 2013) (País). Por otro lado está el programa de energías renovables y eficiencia energética en Centroamérica (4E) financiado por la Cooperación Alemana, enfocado en los últimos tres años en programas de ahorro energético principalmente en Costa Rica, El Salvador y Honduras y que cuenta con un procedimiento propio para el financiamiento de dichos proyectos (GIZ 2013). Adicionalmente, el Banco Interamericano otorga a través de su programa de

financiamiento de eficiencia energética financiamiento donaciones de hasta 25,000 dólares para el desarrollo de auditorías (BID 2012a).

La implementación de las medidas de eficiencia energética es una actividad que representa importantes ahorros para la industria. Un estudio realizado en el Hotel Humuya Inn reveló un ahorro de 10,265 dólares luego de la implementación de las energías limpias con la reducción del consumo energético (Albán e Irusta 2006). Otro ejemplo en cuanto a los servicios hoteleros es el caso del Hotel Holliday Inn ubicado en San Pedro Sula, con beneficios económicos que están alrededor de 1,602 dólares al año por el cambio del sistema de iluminación en los pasillos y las habitaciones (PESIC s.f.). Así mismo, actividades como el diagnóstico de reemplazo de equipo de aires acondicionados en la Cámara de Comercio e Industrias en el Departamento de Cortes, Honduras dieron como resultado un ahorro de 28,002 KWh/ año, equivalente a 3,587.6 dólares (PESIC s.f.).

La ISO 50001 ha estandarizado el procedimiento que conduce a una correcta aplicación y posible certificación de la implementación de MEE. La normativa indica que el inicio del proceso se lleva a cabo con el establecimiento de una política institucional para un uso más eficiente de la energía. La política a su vez conducirá al planteamiento de metas y objetivos. Se utilizan datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y el consumo de energía y posteriormente se evalúan los resultados; luego se revisará la eficacia de la política implementada para que finalmente se establezca una mejora continua de la gestión de la energía (ISO 50001 2011).

La mejora continua es una actividad considerada dentro del proceso de implementación de las normas ISO y su documentación es requisito en la correcta aplicación de medidas de eficiencia energética dentro de este esquema. El presente estudio adoptará las dos primeras etapas de un ciclo de mejora continua. Para entrar a este proceso, se establece un procedimiento de monitoreo y auditoría haciendo uso de medidores de energía y personal responsable del registro y análisis de datos de la fuente de esta energía, sea esta renovable o no renovable (Schneider Electric 2010).

La auditoría energética es la verificación del cumplimiento de requisitos establecidos en una norma dada, requiere de una etapa de preparación y elaboración de listas de chequeo para el posterior análisis de campo. Seguidamente, se planifica la visita para el desarrollo de diferentes entrevistas a los encargados del sitio de estudio y recopilación de datos de campo. Luego, con la información recopilada se examina el desglose del consumo energético y se analiza el plan de acción. Finalmente, se prepara un informe que permita a los participantes involucrados en el proceso de auditoría, tener orientación respecto al estado actual del sitio, detectar oportunidades de mejora energética y transparencia en su contabilidad. Con esa información podrán evaluar los beneficios o limitaciones que han surgido a partir de su implementación (BID 2012a). El análisis de inventario y auditoría inicial del sitio de estudio permitirá identificar aquellos equipos que requieren ser reemplazados a corto plazo, ya que no es necesario cambiar por completo todos los equipos sino los de uso más frecuente (Energy Star 2005).



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro Kellogg (CK) de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). La instalación cuenta con 48 habitaciones distribuidas por categorías, y seis salas de conferencia. Las categorías son la estándar, la superior y la plus con 18, 18 y ocho habitaciones respectivamente. Adicionalmente, el CK cuenta con tres Junior Suites y una habitación Master Suite. Se hace notar que desde el año 2012, el CK mantiene 70 estudiantes hospedados durante los meses de mayo a noviembre, y para ese mismo año manejó un porcentaje de ocupación de 59% anual global. Para el 2014 se proyecta no tener estudiantes alojados.

**Recopilación de datos y auditoría inicial de las instalaciones.** Se solicitó información de consumo energético de las instalaciones del CK a la Dirección de Planta Física, para tener el conocimiento de la situación histórica y actual. En adición a los datos registrados por la Dirección de Planta Física, se realiza el cálculo del consumo energético, derivados de los registros de ocupación de habitaciones, proporcionados por el personal del CK, y el inventario de equipos que requieren electricidad ubicados en cada habitación.

Los datos de ocupación se utilizan como indicadores del tiempo que el equipo se encuentra en funcionamiento. Para obtener este dato, se solicitó información del promedio ocupacional a la Gerencia del CK. La información de los equipos que representan un consumo eléctrico se obtiene mediante la elaboración de inventario de estos en cada habitación y sala de conferencia del CK, registrando las especificaciones y horas de uso. Se realizó el levantamiento de encuestas al personal de limpieza para estimar las horas de uso del equipo (Anexo 2). Para el registro del número de equipos que requieren energía eléctrica en las diferentes piezas y pasillos del CK, se utilizó una lista de chequeo como herramienta, la cual permite la posterior tabulación de los resultados que serán utilizados durante el estudio (Anexo 3).

Para elaborar el inventario, se registran las características del equipo y la potencia declarada en sus etiquetas o manuales de instrucciones. Los datos recopilados son tabulados, realizando el cálculo del consumo energético de los equipos mediante la siguiente fórmula:

$$CE = po \times N \times P \times \frac{t}{1,000} \quad [1]$$

En la ecuación 1, el consumo energético es  $CE$ , el promedio ocupacional de la categoría a la que pertenece el equipo es  $po$ , la cantidad de artefactos es  $N$ , la potencia en Kwh es  $P$  y número de horas que está en funcionamiento el equipo es  $t$ . Toda la ecuación se divide entre 1,000 para tener un valor en MWh.

Las medidas de eficiencia energética se enfocan en actividades como el buen diseño de instalación de equipo y red eléctrica, reducción de consumo energético en la fuente, la automatización y el reemplazo de equipo por tecnologías más eficientes (CPTS 2012).

Para reducir el uso en la fuente, tiene que existir un cambio de cultura mediante campañas de sensibilización y buenas prácticas, reparaciones y mantenimiento preventivo que reduzcan las pérdidas a causa de equipo antiguo. La siguiente etapa incluye la implementación de dispositivos de automatización para poder obtener una disminución en las horas de uso diario de energía eléctrica, disminuyendo costos por gastos de energía innecesarios (Dortolina y Christiansen 2011). Posterior a esto se realiza el cambio por equipo más eficiente, esto genera ahorro y un retorno de inversión rápido, ejemplo de lo anterior es representado por los productos Energy Star, que garantizan una reducción anual en el consumo energético por encima del 20% (Energy Star 2005). La última alternativa de reducción en la fuente es optar por energías renovables (Pérez 2010).

La implementación de MEE, deben ir acompañada de un análisis económico mediante el cual se respalde en términos monetarios los beneficios que trae (Albán e Irusta 2006). La gestión energética produce ganancias significativas en el balance final, el retorno de la inversión es garantizado a corto plazo y genera una visión de sostenibilidad estratégica (Schneider Electric 2010).

La Escuela Agrícola Panamericana (EAP) cuenta con un programa de manejo ambiental y una Dirección de Mantenimiento quien se responsabiliza del cuidado preventivo y correctivo, así como del reemplazo de los equipos eléctricos. En términos de eficiencia energética, realizó un análisis financiero y ambiental para la implementación de 4,788 lámparas ahorradoras. Como parte de esta iniciativa se reemplazaron tubos fluorescentes T12 por T8 de 23 Watts y se obtuvo un ahorro de 9,308 dólares al año (Soto 2007). El Departamento de Mantenimiento realiza cambios en las luminarias cada tres años, sin embargo las de uso frecuente son cambiadas hasta dos veces al año. Por otro lado la supervisión a equipos como lavadoras y secadoras se realiza cada tres meses por las fallas que presentan estas consecutivamente. Para el diseño de nuevos edificios en Zamorano, la Dirección de Mantenimiento sugiere implementar luminarias resistentes LED en espacios de uso frecuente e infraestructura que permita un mejor aprovechamiento de la luz y ventilación natural.

El presente estudio se realiza en el Centro Kellogg de la Escuela Agrícola Panamericana, que ha operado por 25 años y ofrece el servicio de Hotelería y espacios para capacitación. Mediante eficiencia energética se pretende analizar el potencial de reducción de consumo energético del Centro Kellogg. Se tiene como objetivo identificar las medidas de eficiencia energética (MEE), que se adapten a las actividades desarrolladas en las operaciones del Centro Kellogg, seleccionando los puntos críticos que generan el mayor gasto en cuanto a consumo energético y preparar alternativas orientadas a solventar la problemática en los puntos de mayor consumo energético encontrados. Finalmente, se realiza un análisis económico de su implementación, este refleja los beneficios de las MEE en términos monetarios. Se presentan alternativas para reducir la presión de la matriz energética, teniendo como efecto secundario el ahorro económico y la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para obtener un cálculo mensual respecto a la ocupación, se utilizará la información proporcionada por el CK. El consumo energético total, será la sumatoria del consumo energético individual de cada uno de los equipos asociado a la ocupación promedio de acuerdo a la habitación o salón de conferencia donde se encuentran ubicados. Los datos iniciales obtenidos del inventario, representan la línea base o parámetro de referencia de consumo del cual se derivan los cálculos de ahorro energético.

**Identificación de usos significativos de energía.** Los usos significativos de energía son aquellos que tienen un consumo sustancial y/o que ofrecen un alto potencial de mejora en el desempeño, por lo que son los puntos en los que la organización debe enfocar su gestión. Para la selección de los consumos críticos de energía, se aplicó el principio de Pareto (Gutiérrez 2009). Este indica que el consumo energético total que se verifica en una institución se debe a un grupo reducido de equipos que representa el consumo del 80% en relación al total instalado.

Aplicando este concepto, se utilizó la recopilación de consumos energéticos calculados partir del inventario. Luego se calcula el porcentaje que cada equipo aporta a este valor. Para el cálculo de este porcentaje se utilizó la siguiente fórmula:

$$(\%) = CE \times 100\% / \sum TE \quad [2]$$

En la ecuación 2, el consumo energético de cada equipo es  $CE$  y la sumatoria de todos los equipo es  $\sum TE$ . Obteniendo los porcentajes se seleccionan aquellos equipos cuyo consumo represente el 80% del total.

**Identificación de medidas de eficiencia energética.** Se plantea las Medidas de Eficiencia Energética (MEE) tomando como referencia los resultados obtenidos en los equipos que representan un consumo significativo de energía y el planteamiento de tres escenarios de acción. Los escenarios seleccionados se fundamentan en el costo de inversión, planteando alternativas en donde no se requiera la compra de equipo, la implementación de opciones de automatización y finalmente se reemplace el equipo por unidades más eficientes combinado con el uso de energías renovables. El ahorro energético derivado de las MEE implementadas se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro} = \text{Consumo en línea base} - \text{Consumo real} \quad [3]$$

**Análisis económico de MEE.** Todo proyecto ambiental requiere respaldo monetario, es por esto que se realiza un análisis económico de factibilidad de los escenarios. La evaluación de la factibilidad se realiza sobre el flujo de efectivo, evaluando a través del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y período de recuperación la factibilidad del proyecto a realizar (Rivas 2004). Para el VAN se utiliza una tasa de 12%, este dato fue proporcionado por el Departamento de Planta Física ya que es la cifra con la que realiza estudios financieros Zamorano, si el VAN es positivo entonces el proyecto es favorable.

La TIR es otro de los componente importantes, está en relación a la tasa de descuento, si la cifra de TIR es mayor a esta tasa de descuento de 12%, demuestra que el proyecto a realizar es factible (Santos 2008).

La tarifa para Zamorano es de 0.18 dólares por cada kWh consumido, se considera una tasa de inflación de 0.3% en electricidad conforme al último informe anual de la Cámara de Industria y Comercio de Honduras. Para la elaboración del análisis económico también se toma en cuenta beneficios secundarios de la implementación de las MEE, como por ejemplo la reducción de emisión de CO<sub>2</sub>. Actualmente en el mercado de los bonos de carbono, la tonelada de CO<sub>2</sub> tiene un valor de 25 dólares (Charchalac 2012), y se considera que por cada kWh consumido se emiten 0.00065 t de CO<sub>2</sub> (Coto 2010). La fórmula utilizada para el cálculo del ahorro monetario en la reducción de CO<sub>2</sub> es la siguiente:

$$A = CE \times 0.00065 \times 25 \quad [4]$$

En la ecuación 4, el ahorro monetario es  $A$ , el ahorro en el consumo energético es  $CE$ . Los valores siguientes son la conversión de kWh en t de CO<sub>2</sub> y la tarifa en el mercado.

Se realizó la cotización de los equipos involucrados en los escenarios 2 y 3 y los equipos actuales del CK. Esta cotización se realizó en sitios comerciales para la posterior elaboración de los flujos de caja que permitió conocer la inversión que se hizo para estos. Para el escenario 1 ser realizó un flujo de caja considera una TIR infinita ya que no habrá inversión inicial, solo ahorro. Es importante mencionar que estos valores se llevaron a la actualidad mediante la fórmula de valor presente (Reconco 2011).

$$S = C (1 + ni) \quad [5]$$

En la ecuación 5, el valor presente es  $S$ , el valor inicial o pasado es  $C$ , el número de años que lleva el equipo es  $n$  y la tasa interna de descuento es  $i$ .

Para la obtención de una proyección del año 2014 se realizó una matriz de sensibilidad que indica cambios referentes a las estimaciones de promedio ocupacional. Se realizó con los escenarios 2 y 3 que requieren inversión en equipo y el estado actual del CK para proporcionar datos que contribuyen a la toma de decisiones. El dato que se ocupó fue la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el porcentaje de ocupación irá desde 40% hasta 140%.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Centro Kellogg (Figura 1) está ubicado en el campus central de la Escuela Agrícola Panamericana. Esta pertenece al Departamento de Francisco Morazán de Honduras.

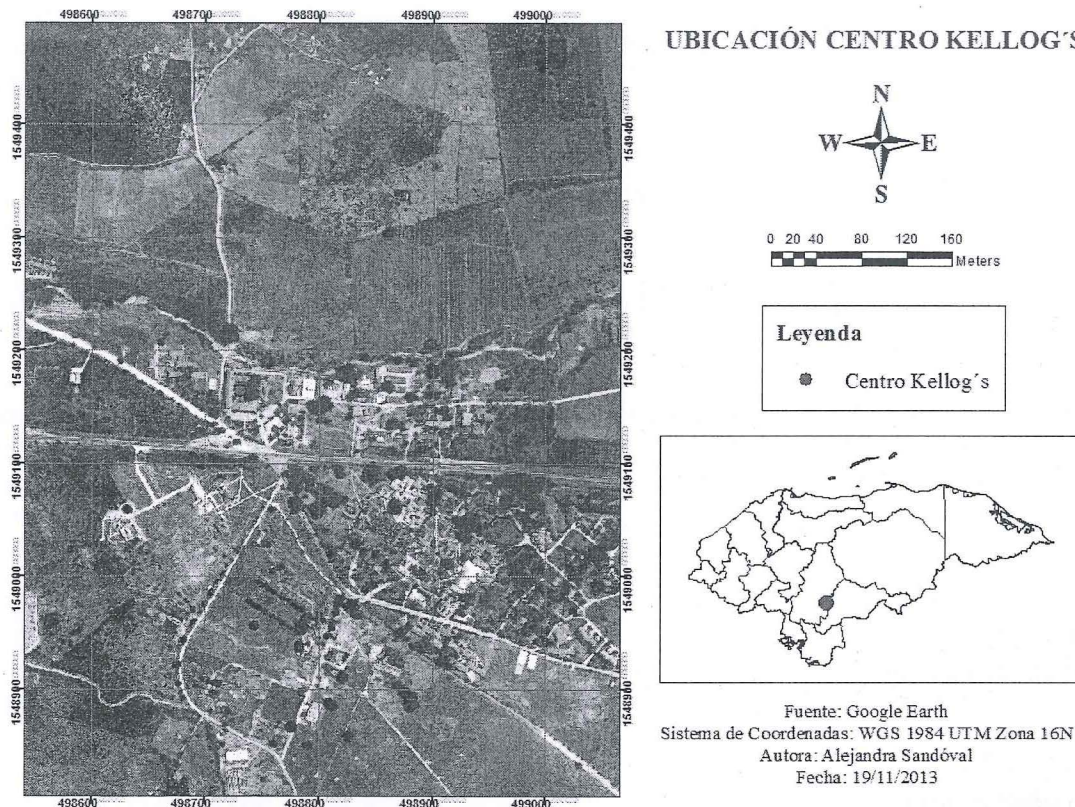


Figura 1. Mapa de localización del Centro Kellogg.

**Consumo energético.** Los datos proporcionados por la Dirección de Planta Física no son aplicables al presente estudio, ya que consisten en una recopilación de consumos globales del campus Zamorano (Anexo1). Lo anterior se debe a que no existen cuantificadores individuales (por zona) de consumo eléctrico en el CK. La información proporcionada por la Gerencia del CK corresponde al promedio global de esta unidad que para el año 2012 fue de 59% (Figura 2).

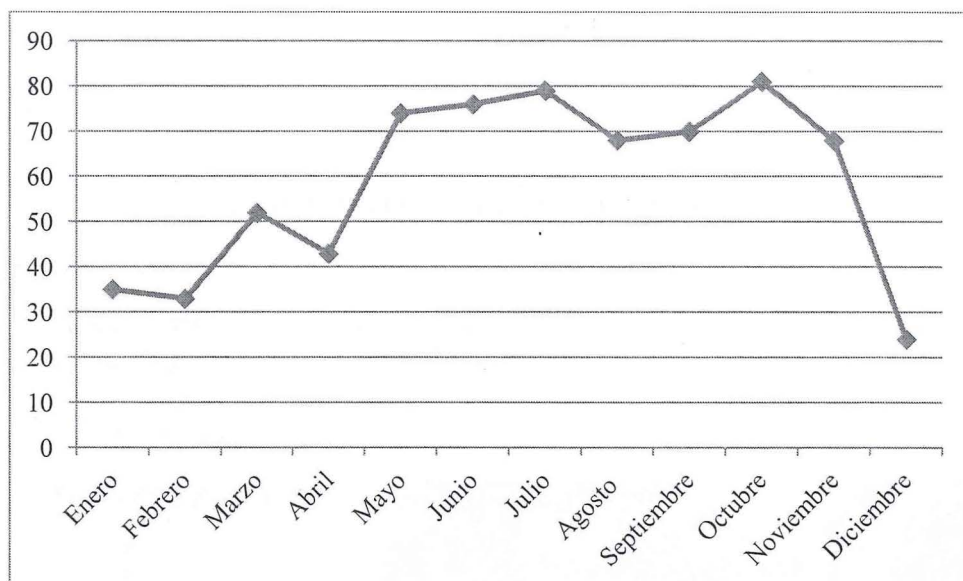


Figura 2. Promedio de ocupación del Centro Kellogg para el año 2012.  
Fuente: Dirección de Finanzas. Centro Kellogg.

El promedio de ocupación mensual del CK presentó un comportamiento variable, lo cual impacta en el consumo energético. Durante los primeros cuatro meses se puede observar una ocupación baja en comparación al resto del año, lo cual se atribuye a la ausencia de estudiantes hospedados en este periodo. La temporada alta inicia en el mes de mayo y termina en el mes de noviembre, debido a la presencia de los estudiantes hospedados y a los eventos realizados en la EAP. Diciembre es el mes con menos ocupación, ya que coincide con el cierre de gestión estudiantil y conclusión de actividades (Figura 2).

El desarrollo de la auditoría y elaboración del inventario permite identificar los consumos energéticos significativos y oportunidades de mejora. Como primer paso se realizó un inventario de equipos, la información recopilada se incluye en los Cuadros 1 2, 3 y 4.

Cuadro 1. Inventario de equipos electrodomésticos de consumo menor a 1MWh/año en el CK.

Equipo	Promedio Ocupacional Aprox.	No.	Potencia (kWh)	Horas/día	Horas de uso/año	Total consumo MWh/año
<b>Refrigerador</b>						
Daewo pequeña <sup>δ</sup>	1	2	0.3	8	17,520	0.88
LG grande <sup>γ</sup>	0.3	1	0.9	8	8,760	0.24
Whirlpool <sup>β</sup>	0.2	1	1.6	24	8,760	0.28
Secadora Whirlpool <sup>β</sup>	0.2	1	0.7	4	8,760	0.12
Lavadora Kenmore <sup>β</sup>	0.2	1	1.0	18	8,760	0.18
Sandwichera Proctro Silex <sup>δ</sup>	1	1	0.8	1	8,760	0.68
Microondas Avanti <sup>β</sup>	0.2	1	1.1	2	8,760	0.18
<b>Ventiladores</b>						
Ovida <sup>β</sup>	0.2	1	0.1	20	8,760	0.02
Seville Classics <sup>δ</sup>	1	3	0.1	20	26,280	0.79
De techo <sup>3γ</sup>	0.3	3	0.1	20	26,280	0.14
De techo <sup>4β</sup>	0.2	3	0.1	20	26,280	0.09
<b>Televisores</b>						
Sony pequeño <sup>δ</sup>	1	1	0.1	2	8,760	0.07
LG <sup>γ</sup>	0.3	3	0.1	12	26,280	0.18
Samsung <sup>β</sup>	0.2	2	0.1	12	17,520	0.08
Licuada Osterizer <sup>β</sup>	0.2	1	0.1	2	8,760	0.02
Estufa Whirlpool (4) <sup>β</sup>	0.2	1	3.5	4	8,760	0.61
Secadora de pelo Jerdon <sup>1β</sup>	0.2	1	0.5	1	8,760	0.09
<b>Sub Total</b>						<b>4.65</b>

α=Promedio ocupacional anual δ= Ocupación total β= Master Suite γ= Junior Suite ε= Plus ζ= Estándar y Superior η=Sala de conferencia

Cuadro 2. Inventario de equipos electrodomésticos con un consumo energético mayor a 1 MWh/año.

Equipo	Promedio Ocupacional Aprox.	No.	Potencia (kWh)	Horas/día	Horas de uso/año	Total consumo MWh/año
<b>Refrigerador</b>						
Daewo grande <sup>γ</sup>	0.3	2	1.0	8	17,520	1.00
Goldstar <sup>ε</sup>	0.4	8	0.2	24	70,080	4.49
Bimbo <sup>δ</sup>	1	1	1.6	24	8,760	1.36
Agua Azul <sup>δ</sup>	1	1	2.2	24	8,760	1.93
<b>Secadora Whirlpool<sup>α</sup></b>						
Lavadora Whirlpool <sup>α</sup>	0.59	2	0.7	18	17,520	1.36
Lavadora Whirlpool <sup>α</sup>	0.59	2	1.4	18	17,520	2.79
<b>Cafeteras</b>						
West Bend <sup>δ</sup>	1	3	1.1	18	26,280	8.59
Black Decker <sup>γ</sup>	0.3	4	0.7	8	35,040	2.73
Maquina de hielo Manitowoc <sup>δ</sup>	1	1	1.3	24	8,760	1.14
<b>Microondas</b>						
Frigidaire <sup>γ</sup>	0.3	3	1.0	2	26,280	2.37
Daewo <sup>δ</sup>	1	2	1.0	2	17,520	3.47
<b>Ventiladores</b>						
De techo <sup>2ε</sup>	0.4	8	0.1	20	70,080	1.35
De techo <sup>5η</sup>	0.8	5	0.1	8	43,800	1.05
Televisor LG <sup>ε</sup>	0.4	8	0.1	12	70,080	3.03
Licudadora Osterizer <sup>β</sup>	0.2	1	0.1	2	8,760	0.02
Estufa Whirlpool (2) <sup>γ</sup>	0.3	3	1.5	4	26,280	3.55
<b>Secadoras de pelo</b>						
Jerdon <sup>2γ</sup>	0.3	3	0.5	1	26,280	1.18
Jerdon <sup>3ε</sup>	0.4	8	0.5	1	70,080	11.21
Impresora RICOH <sup>δ</sup>	1	1	1.5	8	8,760	1.34
<b>Sub Total</b>						53.96

α=Promedio ocupacional anual δ= Ocupación total β= Master Suite γ= Junior Suite ε= Plus ζ= Estándar y Superior η=Sala de conferencia.

Los cuadros 1 y 2 incluyen el listado de electrodomésticos distribuidos principalmente en las habitaciones de mayor categoría (suites y superiores) y en el área administrativa del CK, entre este conjunto de equipos, los que representan mayor porcentaje de consumo energético son las secadoras de pelo con un 22% y las cafeteras con un 20% del total. Los



electrodomésticos de consumo menor a 1 MWh, se debe principalmente a la potencia y las horas que permanecen en uso (Cuadro 1).

La iluminación del CK tiene un papel importante respecto al consumo energético de este. Las luminarias T8 de dos tubos distribuidas en los pasillos y salas de conferencia son el equipo mayoritario en unidades. A pesar de que los bombillos espirales inventarios presentaron un número superior a 100 unidades en el CK, el consumo energético que estos representan es mínimo debido a su potencia y el promedio ocupación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Inventario de equipos de iluminación en el CK.

Equipo	Promedio Ocupacional Aprox.	No.	Potencia (kWh)	Horas/día	Horas de uso/año	Total consumo MWh/año
Espiral <sup>β</sup>	0.2	6	0.023	20	52,560	0.14
Espiral <sup>γ</sup>	0.3	6	0.023	20	52,560	0.21
Espiral <sup>ε</sup>	0.4	16	0.023	20	140,160	2.06
Espiral <sup>ζ</sup>	0.75	72	0.023	20	630,720	78.33
T8 de 2 tubos <sup>δ</sup>	1	132	0.032	20	1156,320	488.43
T8 de 4 tubos <sup>δ</sup>	1	9	0.032	15	78,840	2.27
<b>Sub Total</b>						<b>571.46</b>

α=Promedio ocupacional anual δ= Ocupación total β= Master Suite γ= Junior Suite ε= Plus ζ= Estándar y Superior η=Sala de conferencia

A pesar de que se hizo una mejora en las luminarias, con el reemplazo luminarias T8 de 40W a tubos T8 de 32 W el consumo energético representa el mayor el mayor porcentaje entre los equipos en los cuadros 1, 2 y 3.

Cuadro 4. Inventario de equipos varios con potencia mayor a 100 MWh/año.

Equipo	Promedio Ocupacional Aprox.	No.	Potencia (kWh)	Horas/día	Horas de uso/año	Total consumo MWh/año
<b>Calentadores</b>						
Kenmore 12 <sup>α</sup>	0.59	8	3.8	24	70,080	125.70
Kenmore 9 <sup>α</sup>	0.59	1	3.8	24	8,760	1.96
Kenmore 6 <sup>α</sup>	0.59	1	3.8	24	8,760	1.96
RUUD <sup>α</sup>	0.59	1	3.0	24	8,760	1.55
						131.17
<b>AA</b>						
Comfort Star <sup>η</sup>	0.8	7	8.1	8	61,320	276.43
<b>Sub Total</b>						<b>407.60</b>

α=Promedio ocupacional anual η=Sala de conferencia.

Los equipos de consumo energético superior a 100 MWh/año, representa un número inferior de unidades. Sin embargo la potencia y las horas de funcionamiento de estos generan un resultado significativo para la aplicación de MEE (Cuadro 4). Se obtuvo un consumo energético anual de 1,036.77 MWh. Este dato se obtiene con la sumatoria de los subtotales de consumo energético presentados en los cuadro 1, 2, 3 y 4.

Al integrar los datos de consumo energético con los porcentajes de ocupación se verifica que el mayor consumo se genera en los meses de mayor concurrencia de huéspedes en el CK (Figura 3).

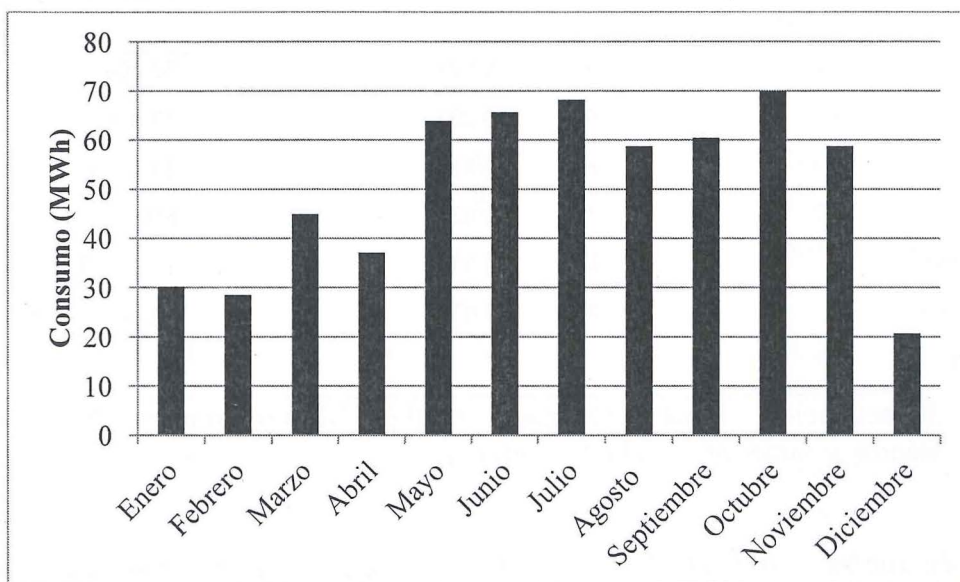


Figura 3. Gráfica del consumo energético del CK referente al promedio de ocupación. Zamorano, Honduras. 2013.

Se puede observar que en el mes de diciembre a pesar de tener el cierre de actividades continúa presentando un consumo energético de 20.74 MWh. Esto se atribuye a los equipos que funcionan en forma independiente a la ocupación, como por ejemplo la iluminación de los pasillos y los calentadores (Figura 3).

**Puntos críticos.** Se realizó la selección de puntos críticos bajo el principio de Pareto. De acuerdo a los cálculos obtenidos el 80% del consumo total de energía se le atribuye a la sumatoria de energético de los calentadores, el AA y las luminarias T8 de dos tubos (Cuadro 5). Solo estos tres equipos superan el 10% establecido para ser considerados puntos críticos.

Cuadro 5. Principio de Pareto aplicado a todos los equipos, referente a su consumo energético.

Equipo	Consumo energético (%)	Pareto
Calentadores	12.64	12.64
T8 de 2 tubos	47.07	59.71
AA	26.64	86.35
Refrigerador	0.98	87.33
Secadoras	0.14	87.47
Lavadoras	0.29	87.76
Cafeteras	1.09	88.85
Maquina-hielo	0.11	88.96
Sandwichera	0.07	89.03
Microondas	0.58	89.61
Ventiladores	0.33	89.94
Televisores	0.32	90.26
Licuada	0.00	90.26
Estufas	0.40	90.67
Secadora de pelo	1.20	91.87
Impresora	0.13	92.00
Otra iluminación	8.00	100.00

Como se observa, los equipos y demás electrodomésticos no representan un consumo significativo en comparación a las primeras tres unidades. Esto se atribuye a las 24 horas que los calentadores están encendidos. Por otro lado los AA tienen una potencia de 8.1 kWh, Las luminarias T8 son 132 unidades. Estos atributos infieren en que estos equipos sean considerados puntos críticos.

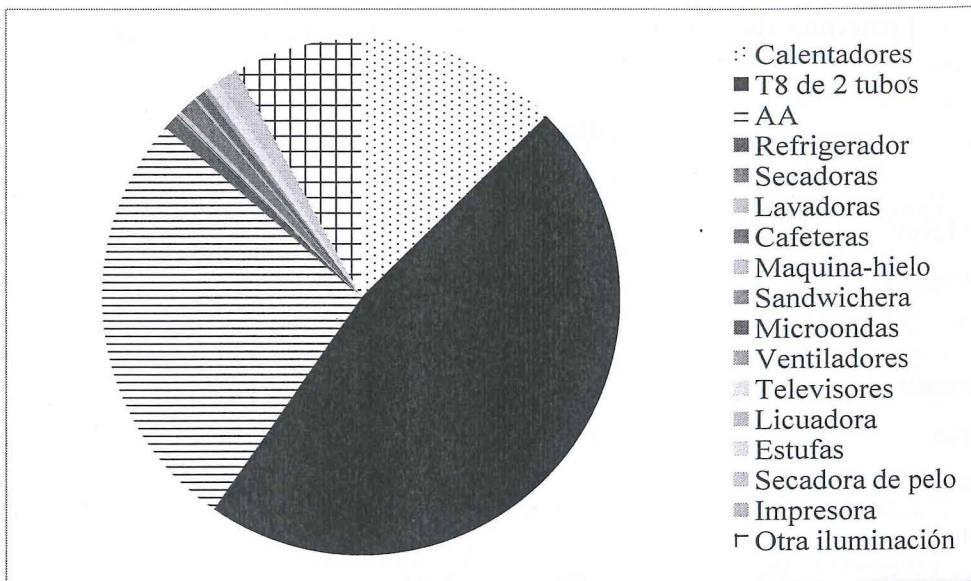


Figura 4. Gráfica de puntos críticos aplicando el principio de Pareto. Zamorano, Honduras. 2013.

Los equipos que no son significativos para obtener un ahorro considerable mediante una implementación de eficiencia energética son los que están por debajo del 10% en relación al total de equipos (Figura 4). Esto se debe al consumo energético que representan, incurrir en un cambio no sería importante en cuanto al ahorro que representan los tres equipos seleccionados.

**MEE seleccionadas.** Para la selección de MEE, se establecen metas de ahorro e indicadores que muestren la eficacia de cada una de ellas. Fundamentado en los resultados obtenidos del inventario y los puntos críticos seleccionados, se plantean tres escenarios que difieren entre sí principalmente por la inversión monetaria requerida (Cuadro 6).

Cuadro 6. MEE distribuidas en tres escenarios de acción.

No.	Escenario	Acción
1	Sin costo de inversión	Campañas de sensibilización, evitar el uso de energía innecesaria
2	Automatización	Iluminación - uso de sensores Calentadores- uso de temporizadores
3	Cambio del equipo	Iluminación- cambio a luminarias más eficientes  Calentadores- cambio a calentadores solares AA- cambio a equipo más eficiente

Para el escenario 1 se proponen MEE sin costo de inversión en equipo. Las medidas sugeridas son las siguientes: regular la temperatura del AA a 22°C, para lograr esto. Se recomienda no exponer el control de este equipo a los visitantes y/o estudiantes para que no haya manipulación en subir o bajar de esta temperatura óptima. Por otro lado también se propone el apagado del aire media hora antes de finalizar alguna actividad en las salas de conferencia, esto se logra mediante charlas a los encargados de impartir las capacitaciones o al personal de aseo. En el caso de la iluminación, se realizará mediante charlas a los empleados encargados del encendido y apagado de las luces del pasillo. Con este escenario se espera un ahorro del 5-10% (Cuadro 6).

El escenario 1 se realizó mediante una campaña de sensibilización. La primera es referente al equipo de AA, fijando la temperatura de operación del equipo a 22°C la cual será controlada por el personal de limpieza autorizado. Se debe hacer notar que cada grado que reduzca la temperatura del termostato, el equipo gasta un 8% más de energía (Izquierdo 2012). Así mismo, se disminuirá las horas de uso apagando el equipo media hora antes de finalizar la actividad con esto se incurre en un ahorro de 345 horas de funcionamiento, esto será desempeñado por el conferencista de turno. Para finalizar se tendrá un control del apagado de las luces de pasillo, en horas de la madrugada lo que supone un ahorro de 4 horas de funcionamiento al día por cada luminaria, esto será ejecutado por el recepcionista de turno. Esta campaña de sensibilización ambiental será llevada a cabo por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Ambiente y Desarrollo, mediante charlas acerca de la importancia del ahorro de energía a todo el personal de limpieza y administrativo del CK.

Cuadro 7. Escenario 1, ahorro energético aplicando campaña de sensibilización, referente al consumo energético actual.

	<b>Consumo energético proyectado (MWh)</b>	<b>Ahorro energético (MWh)</b>	<b>Ahorro (%)</b>
<b>MEE</b>			
<b>AA (276 MWh)</b>			
AA a 22°	254.32	22.11	2.13
Apagado de AA media hora antes	274.32	2.11	0.2
<b>Luminarias (488 MWh)</b>			
Apagado de luminarias en la madrugada	407.02	81.41	7.83
<b>Ahorro</b>		<b>105.58</b>	<b>10.16</b>

Implementando las MEE del escenario 1 se logra un ahorro del 10% respecto al total del consumo energético del CK que equivale a 105.58 MWh que es de importancia porque no se está incurriendo en gastos monetarios por adquisición de equipo. El ahorro energético

mayor se presenta en el apagado de luminarias debido a las 4 horas ahorradas en cada una de las 132 unidades T8 (Cuadro 7).

El escenario 2 propone el uso de dispositivos de automatización de equipos seleccionando los calentadores y las luminarias. Para la iluminación se recomienda el uso de sensores de movimiento, la dinámica actual es que las luces permanecen encendidas 20 horas al día; al integrar un sensor se tiene luz artificial cuando se necesita. Este periodo se estimó mediante visitas a campo resultando que la necesidad de luz es de 8 horas aproximadamente. Para los calentadores eléctricos se propone el uso de temporizadores, que consisten en dispositivos que regulan las horas de funcionamiento de los equipos. Esto permitirá que los calentadores permanezcan encendidos en periodos de uso seleccionados. Al contar con 11 calentadores se puede aplicar esta MEE sin alterar la calidad del servicio ofrecido por el CK. Los horarios pico de uso son de 5:00-8:00, de 11:00 – 14:00 y de 17:00-20:00 horas. Con este escenario se quiere lograr un ahorro del 10-20 % (Cuadro 8).

Cuadro 8. Escenario 2, ahorro energético aplicando automatización, referente al consumo energético actual.

	<b>Consumo energético proyectado (MWh)</b>	<b>Ahorro energético (MWh)</b>	<b>Ahorro (%)</b>
<b>MEE</b>			
<b>Luminarias (488 MWh)</b>			
Sensores en luminarias	325.61	162.82	15.67
<b>Calentadores (131.17)</b>			
Temporizadores	89.11	42.06	4.05
<b>Ahorro</b>		<b>204.88</b>	<b>19.72</b>

Implementando las MEE del escenario 2 se logra un ahorro energético de 19.72%. Este dato equivale a la reducción de 204.88 MWh. El ahorro más significativo se dio en las luminarias obteniendo un ahorro superior al 30%. Lo anterior se debe a la considerable reducción de horas de uso que implica tener sensores de movimiento y al número de luminarias en comparación al de calentadores. Por otro lado, colocar temporizadores en los calentadores también refleja un ahorro significativo de aproximadamente 4% (Cuadro 8).

El escenario 3 propone el cambio de equipos por unos de mayor eficiencia de consumo energético. El equipo seleccionado deberá representar un ahorro mayor al 20% referente al equipo actual y se acciona sobre los tres puntos críticos. En el caso de las luminarias se propone el cambio de las luminarias T8 de 32W actuales por Philips Master TL-D Eco de 16W. En el caso de los calentadores se propone el cambio a calentadores solares que no consumen energía eléctrica. Finalmente se propone el cambio del equipo de AA actual por

uno con certificación Energy Star que representa un ahorro superior al 20% estipulado. La meta principal espera es tener un ahorro superior a los escenarios anteriores. Para el cálculo de ahorro, primero se hará la comparación referente a la línea base y luego se realizará una comparación en cuanto al ahorro energético que representan los anteriores dos escenarios previos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Escenario 3, ahorro energético con propuesta de cambio de equipos actuales.

	Consumo energético Proyectado (MWh)	Ahorro energético (MWh)	Ahorro (%)
<b>MEE</b>			
<b>Luminarias (488MWh)</b>			
Luminarias eficientes	244.21	243.79	23.5
<b>Calentadores (131.17)</b>			
Calentadores solares	0.00	131.17	12.64
<b>AA (276 MWh)</b>			
AA Energy Star	193.50	82.50	7.99
<b>Ahorro</b>		<b>458.32</b>	<b>44.13</b>

Con la propuesta del escenario 3 se obtuvo un ahorro de 44.13% siendo este mayor a los escenarios previos. El mayor ahorro incurre en el cambio de luminarias, este es de 50%. El cambio del equipo de AA también se considera significativo de más de 30% y con el cambio de calentadores se tiene un ahorro del 100%. Estos cambios representan un ahorro en consumo energético de 458.32 MWh (Cuadro 9).

**Análisis económico.** El escenario 1 al no necesitar un costo de inversión, no requiere un flujo de efectivo. Por lo que solo se cuantificará únicamente con la conversión a tarifa monetaria del consumo en kWh (Cuadro 10).

Cuadro 10. Ahorro monetario anual de las MEE propuestas en el escenario 1.

MEE	Ahorro energético(kWh)	Reducción emisiones CO <sub>2</sub> (t)	Total Ahorro (USD)
AA a 22°	22,110.56	14.37	4,339.20
Apagado de AA media hora antes	2,060.56	1.34	404.38
Apagado de luminarias en la madrugada	81,409.57	52.92	15,976.63
<b>Total</b>	<b>105,580.69</b>	<b>68.63</b>	<b>20,720.21</b>

Con la reducción del consumo de 10% se obtiene un ahorro anual de 20,720.21 dólares considerable. El ahorro mensual será de 1,726 dólares y no se incurre en inversión, el escenario 1 es un resultado factible desde el punto de vista económico (Cuadro 10).

El escenario 2 representa ahorro en su implementación. Se utilizarán las mismas tarifas y conversiones que para el escenario 1 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Ahorro monetario anual de las medidas de EE propuestas en el escenario 2.

<b>MEE</b>	<b>Ahorro energético(kWh)</b>	<b>Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>Total Ahorro (USD)</b>
Lámparas con sensores	162,819.57	105.83	31,953.34
Temporizadores en calentadores de agua	42,060.00	27.34	8,254.28
<b>Total</b>	<b>204,879.57</b>	<b>133.17</b>	<b>40,207.62</b>

Con un ahorro energético de 19.72% se tiene un ahorro monetario de 40,207.62 dólares anual. El ahorro mensual será de 3,350 dólares y mediante un inventario y posterior flujo de efectivo se evaluará su factibilidad (Cuadro 11).

El escenario 3 con la propuesta de cambio de equipos, también trae beneficios monetarios desde el punto de vista económico. El ahorro se lo determina con las tarifas de los anteriores dos escenarios, comparándolo con el estado actual (Cuadro 12).

Cuadro 12. Ahorro monetario anual de las medidas de EE propuestas en el escenario 3.

<b>MEE</b>	<b>Ahorro energético(kWh)</b>	<b>Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (t)</b>	<b>Total Ahorro (USD)</b>
Luminarias eficientes	244,219.57	158.74	47,928.09
AA Energy Star	82,929.17	53.90	16,274.85
Calentadores solares	131,170.00	85.26	25,742.11
<b>Total</b>	<b>327,148.74</b>	<b>212.65</b>	<b>89,945.05</b>

Con un ahorro energético de 44.13% se puede ahorrar 89,945 dólares al año. Además de traer beneficios ambientales como la reducción de emisiones, el escenario 3 muestra un ahorro significativo en comparación a los anteriores dos escenarios (Cuadro 12).



En el caso del escenario 2 y 3 se realizó una cotización de precios de los equipos que se cambiarán, y también de los equipos que actualmente están funcionando en el CK (Cuadro 13). Con la ayuda de esta cotización se podrá realizar los flujos de efectivo.

Cuadro 13. Cotización de equipos de los escenarios 2 y 3, y de los equipos actuales.

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Total (USD)</b>
<b>Escenario 2</b>			
Sensores	132	175	23,100
Temporizadores	11	99	1,089
<b>Total</b>			<b>24,189</b>
<b>Escenario 3</b>			
Philips Master TL-D Eco de 16W	132	20	2,640
AA Energy Star	7	2,200	15,400
Calentador Solar	10	4,750	47,500
<b>Total</b>			<b>65,540</b>
<b>Estado actual-CK</b>			
Calentadores	11	2,900	31,900
Luminaria 23 Watts	132	11	1,452
AA Comfortstar	7	850	5,950
<b>Total</b>			<b>39,302</b>

El escenario 3 tiene mayor inversión debido a la compra de equipos, en cuanto a los AA se observa que tiene un costo de 3 veces mas en comparación al equipo de AA actual. El escenario 2 es una aplicación de dispositivos por esta razón la inversión es menor y solo impacta en dos equipos. Todos los equipos que son eficientes energéticamente tienen un costo más elevado que un equipo convencional, pero su retorno de ahorro puede suplir la inversión inicial (Cuadro 13).

Con la ayuda de los diferentes ahorros monetarios dados en los escenarios 2 y 3 y la cotización de la implementación de dispositivos o cambio de equipo respectivamente se pudo realizar un flujo de efectivo (Anexo 5 y 6). Para poder realizar comparaciones con el estado actual, también de realizó un flujo de efectivo con los equipos actuales (Anexo 7).

El escenario 2 con un VAN positivo de 192,504 dólares en 10 años, muestra que el proyecto si es favorable. Tiene una TIR de 166% superior a la tasa de descuento, lo anterior en términos económicos se traduce en la aceptación de una propuesta (Anexo 5). El escenario 3 tiene un VAN positivo de 241,494 dólares en 10 años siendo esta cifra bastante elevada la propuesta del escenario 3 es factible para el CK. Por otro lado tiene una TIR de 100% confirmando los beneficios monetarios de la aplicación de este escenario (Anexo 6). Finalmente, si el CK continua como está seguirá teniendo perdidas,

el flujo de efectivo tiene un VAN negativo y una TIR negativa e inferior a la tasa de descuento. Lo anterior demuestra que el escenario actual del CK está generando pérdidas (Anexo 7).

Considerando los diferentes escenarios se realizó una matriz de VAN para el año 2014 referente al promedio de ocupación. Se adicionó el escenario actual del CK para poder realizar una comparación (Cuadro 14).

Cuadro 14. Matriz de VAN proyectada referente al cambio en promedio de ocupación del CK.

Escenario	Cambio en promedio de ocupación							
	20%	30%	40%	50%	59%	70%	80%	90%
E1	3,219	5,961	9,314	12,586	14,984	17,681	23,869	36,281
E2	4,495	8,324	13,006	17,575	20,923	24,689	33,330	50,662
E3	5,644	10,451	16,330	22,068	26,271	31,000	41,850	63,612
Actual	-1,242	-2,300	-3,593	-4,856	-5,781	-6,822	-9,209	13,998

Se puede observar que aun cuando el promedio de ocupación del CK sea de 20% los tres escenarios aplicando MEE representan ahorro monetario. El escenario actual seguirá representando pérdidas, que se incrementará cuando se tenga un promedio de ocupación mayor (Cuadro 14).

#### 4. CONCLUSIONES

- Las medidas seleccionadas se distribuyeron en 3 escenarios de acción; campaña de sensibilización, automatización de equipos, y el campo completo de los equipos actuales. En los tres escenarios la medida que representa mayor ahorro energético es accionar en las luminarias, ya sea apagándolas en la madrugada, colocando sensores de movimiento o cambiándolas por luminarias más eficientes energéticamente, por esta razón el plan de eficiencia en el CK debe partir de este punto.
- El escenario con mayor ahorro energético es el 3, pero también es el que incurre en una mayor inversión. No obstante el VAN y la TIR obtenidos del flujo de efectivo muestran que este escenario es factible. Los 3 escenarios recuperan la inversión inicial en menos de un año. El escenario con el retorno de la inversión más rápido es el 2 que implementa dispositivos de automatización. El escenario 1 es el más económico en términos monetarios, para cualquier institución es el más factible debido a que no existe una inversión inicial.
- Los datos del análisis económico indican que el mayor ahorro en MEE, se presenta en el escenario 3 con un VAN a los 10 años de 262,712 dólares este dato representa un 20% más de ahorro monetario que el escenario 2. Por otro lado, el escenario 2 presenta la TIR de 166%, pero no es aplicable al proyecto ya que no existen egresos sino ahorros.
- El beneficio colateral de la implementación de todas las MEE distribuidas en los tres escenarios desarrollados en el presente estudio es la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. La MEE que contribuye a una mayor reducción de toneladas de CO<sub>2</sub> se encuentra en el escenario 3 y es el uso de luminarias más eficientes que las actuales. Esto convierte a las MEE sostenibles y amigables con el medio ambiente.

## 5. RECOMENDACIONES

- Aplicar el escenario 1 a corto plazo en el CK, puesto q no incurre en costos de inversión y será parte de la formación de estudiantes.
- Introducir medidores de consumo energético por zona, que permitan el registro de datos requerido en la implementación de un plan de gestión de eficiencia energética. Lo anterior permitirá cuantificar los ahorros derivados de la implementación de MEE y la documentación de la eficacia de las mismas.
- Considerar la combinación de los tres escenarios para obtener mayores rendimientos en el ahorro energético, realizando su implementación gradual que conduzcan a la obtención de ahorros significativos y permitan la implementación del total de medidas recomendadas.
- Accionar con un plan de acción energética enfocado a la iluminación, puesto que es el punto crítico de mayor impacto.
- Elaborar una campaña de concientización para huéspedes mediante afiches colocados en las habitaciones, y al personal encargado presentar la importancia del ahorro energético.
- Realizar un análisis económico- ambiental detallado para la obtención de posibles oportunidades de mejora, incluyendo aspectos relacionados con el consumo de agua y reducción de desechos.

## 6. LITERATURA CITADA

Albán, D.J, C.G. Irusta. 2006. Propuesta de Estrategias de Producción más limpia en el Hotel “Humuya Inn, Tegucigalpa- Honduras”. Tesis Ing. en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana. 84 p.

BBC (British Broadcasting Corporation). 2013. Una tonelada de CO<sub>2</sub> sigue valiendo "menos que una hamburguesa"(Noticia). Consultada 6 noviembre de 2013. Disponible en:[http://www.bbc.co.uk/mundo/ultimas\\_noticias/2013/04/130416\\_ultnot\\_cambio\\_climatico\\_ue\\_am.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/ultimas_noticias/2013/04/130416_ultnot_cambio_climatico_ue_am.shtml)

BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica). 2013. BCIE incrementa financiamiento para proyectos verdes (en línea). Consultado 5 de noviembre de 2013. Disponible en:  
<http://www.bcie.org/?art=1417&title=BCIE%20incrementa%20financiamiento%20a%20proyectos%20verdes&lang=es>

BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2012a. Guía A: Programas de financiamiento de eficiencia energética. Nueva York, Estados Unidos. 67 p.

BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2012b. Guía B: Justificación de la Intervención del Gobierno en el Mercado de Eficiencia Energética. Nueva York, Estados Unidos. 53 p.

Cámara de Comercio e Industria de Tegucigalpa (CCIT). 2013. Informe económico – enero 2013. Tegucigalpa, Honduras. 22 p.

Charchalac, S. 2012. Experiencias en Compensación por Servicios Ambientales en América Latina (PSA o REDD+). Descripción de casos relevantes. Forest Trends. 81 p.

Coto, O. 2010. Eficiencia energética, Reducción de emisiones y Financiamiento de Carbono. San José, Costa Rica. 30 p.

CPTS (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles).2012. Desarrollo de un programa de producción más limpia. La Paz, Bolivia. 22 p.

Dortolina C.A., P.P., Christiansen. 2011. Automatización y control de sistemas de energía eléctrica. Revista Scribd. 11 p.

Energy Star. 2005. Guía para la eficiencia de energía en la calefacción y el aire acondicionado. Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos. 10 p.

GIZ (Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica). 2013. El programa: situación inicial (en línea). Consultado 5 de noviembre de 2013. Disponible en: <http://www.energias4e.com/elprograma.php>

Graus, W., C., Lins, T., Naegler, T., Pregger, S., Sonja y S. Teske. 2010. Energy [R]evolution 2010-a sustainable world energy outlook. Energy Efficiency Journal 4:409-433.

Gutierrez, O. 2009. Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. Revista Scielo 22(38).

ISO 50001 (Organización Internacional de Normalización). 2011. Gana el desafío de la energía con ISO 50001. Ginebra, Suiza. 16 p.

Izquierdo, E. 2012. Cómo ahorrar electricidad al usar el aire acondicionado. Los equipos eficientes de aire acondicionado reducen el consumo hasta un 60% sin disminuir las prestaciones (en línea). Consultado 16 de noviembre de 2013. Disponible en: [http://www.consumer.es/web/es/economia\\_domestica/servicioshogar/2012/07/25/211114.php](http://www.consumer.es/web/es/economia_domestica/servicioshogar/2012/07/25/211114.php).

Londoño, C.M., J.L. Ramírez. 2013. Normas de Eficiencia Energética de Motores de Inducción, ¿Está Preparada Latinoamérica? Tecno. Lógicas 30:117-147.

Perez, H. 2010. Ahorro y uso eficiente de energía. Alternativas para la reducción del consumo residencial en las tarifas del DAC. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México. 169 – 171 p.

PESIC (Proyecto de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Comercial de Honduras). s.f. Diagnóstico Energético en Cámara de Comercio e Industrias de Cortes.

PESIC (Proyecto de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Comercial de Honduras). s.f. Diagnóstico Energético en el Hotel Holliday Inn.

Reconco, R. 2011. Guía de laboratorio- semana No.6. Zamorano, Honduras. 8 p.

Rivas, D. 2004. Factibilidad para implementar un pago por servicios ambientales del recurso hídrico de la Reserva Biológica de la Montaña de El Uyuca, Zamorano-Honduras. Tesis Ing. en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana. 93 p.

Santos E.J. 2008. Estudio financiero y de Mercado para la comercialización de Jamón Benedicto marca Zamorano, para el mercado de Tegucigalpa, Honduras. Tesis Ing. en Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.

Schneider Electric. 2010. Eficiencia energética. Manual de Soluciones. Buenos Aires, Argentina. 68 p.

Soto, M.O. 2007. Programa de Manejo Ambiental. Análisis financiero y ambiental para la sustitución de lámparas en el campus. Zamorano, Honduras. 15 p.

Visa, I., M.M., Comsit M. y A. Duta. 2013. Improving the renewable energy mix in a building toward the nearly zero energy status. *Journal of Energy and Buildings* 68 (2014) 72–78.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Consumo energético y monetario del año 2013 de Zamorano.

Meses del Año	Consumo Real KWH	PAGO a la ENEE (L)	Valor L. por los	Valor del KWH sin combustible (L.)	AJUSTE por combustible (L.)	% por Ajuste Combust	Tasa de incremento	Valor del Kwh Total	Demanda
			KWH sin combustible						
enero	329,000	1008,641.22	719,388.83	2.19	289,252	28.68%		3.07	456
febrero	418,250	1354,961.28	943,785.59	2.26	411,176	30.35%	5.8%	3.24	517
marzo	360,500	1299,980.52	964,581.52	2.68	335,399	25.80%	-15.0%	3.61	566
abril	456,750	1304,105.29	905,367.92	1.98	398,737	30.58%	18.5%	2.86	599
mayo	467,250	1468,650.02	1074,551.48	2.30	394,099	26.83%	-12.2%	3.14	610
junio	502,250	1570,912.62	1154,037.43	2.30	416,875	26.54%	-1.1%	3.13	1022
julio	448,000	1404,836.22	1026,578.60	2.29	378,258	26.93%	1.5%	3.14	584
agosto	456,750	1463,256.77	1059,725.70	2.32	403,531	27.58%	2.4%	3.20	603
sept.	428,750	1375,782.45	979,351.97	2.28	396,430	28.81%	4.5%	3.21	1006
TOTAL	3867,500	<b>12251,126</b>							
Cambio US\$ 1 = L. 20.3	\$	<b>595,782</b>							

Fuente: Dirección de Planta Física



Anexo 2. Consulta al personal de limpieza y recepción del CK para determinar las horas de uso de los equipos que consumen energía eléctrica.

1. ¿Cuántas horas al día trabaja en el CK?

<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	8
<input type="checkbox"/>	10
<input type="checkbox"/>	12 o más

2. ¿Usted apaga y/o enciende los equipos eléctricos que funcionan en el CK?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

3. ¿Aproximadamente cuántas horas trabajan están en funcionamiento los equipos que usted apaga y/o enciende? Indique solamente en los que usted opera.

<input type="checkbox"/>	Luminarias	<input type="checkbox"/>	AA
<input type="checkbox"/>	Lavadoras	<input type="checkbox"/>	Ventiladores
<input type="checkbox"/>	Secadoras	<input type="checkbox"/>	Impresora
<input type="checkbox"/>	Refrigeradores		
<input type="checkbox"/>	Calentadores		
<input type="checkbox"/>	Cafeteras		

Anexo 3. Lista de chequeo de equipos que requieren energía eléctrica en habitaciones y pasillos del CK.

Equipo	Ubicación							
	Estándar y Superior	Plus	Junior Suite	Master Suite	Sala de conferencia	Baño público	Pasillo	Piezas varias
Bombillo	x	x	x	x				x
Ventilador	x	x	x	x	x			
TV		x	x	x				
AA					x			
Estufa			x	x				
Refrigerador			x	x			x	
Microondas			x	x	x			
Secadora de manos							x	
Secadora de pelo		x	x	x				
Impresora								x
Luminarias				x	x	x	x	
Calentadores								x

Anexo 4. Principio de Pareto aplicado a todos los equipos del CK.

Equipo	Total consumo (MWh)	Pareto (%)
<b>Calentadores</b>	131.17	12.64
<b>Refrigerador</b>		
Daewo pequeña <sup>δ</sup>	0.88	0.08
Daewo grande <sup>γ</sup>	1.00	0.10
LG grande <sup>γ</sup>	0.24	0.02
Whirlpool <sup>β</sup>	0.28	0.03
Goldstar <sup>ε</sup>	4.49	0.43
Bimbo <sup>δ</sup>	1.36	0.13
Agua Azul <sup>δ</sup>	1.93	0.19
<b>Secadoras</b>	1.49	0.14
<b>Lavadoras</b>	2.97	0.29
<b>Cafeteras</b>		
West Bend <sup>δ</sup>	8.59	0.83
Black Decker <sup>γ</sup>	2.73	0.26
<b>Máquina de hielo</b>		
Manitowoc <sup>δ</sup>	1.14	0.11
<b>Sandwichera</b>		
Proctro Silex <sup>δ</sup>	0.68	0.07
<b>Microondas</b>	6.02	0.58
<b>Ventiladores</b>		
Ovida <sup>β</sup>	0.02	0.00
Seville Classics <sup>δ</sup>	0.79	0.08
De techo2 <sup>ε</sup>	1.35	0.13
De techo3 <sup>γ</sup>	0.14	0.01
De techo4 <sup>β</sup>	0.09	0.01
De techo5 <sup>η</sup>	1.05	0.10
<b>Televisores</b>		
Sony pequeño <sup>δ</sup>	0.07	0.01
LG <sup>γ</sup>	0.18	0.02
LG <sup>ε</sup>	3.03	0.29
Samsung <sup>β</sup>	0.08	0.01
Licudadora	0.02	0.00
<b>Estufas</b>		
Whirlpool (2) <sup>γ</sup>	3.55	0.34
Whirlpool (4) <sup>β</sup>	0.61	0.06
<b>Secadoras de pelo</b>	12.48	1.20
<b>Impresora</b>		
RICOH <sup>δ</sup>	1.34	0.13
<b>Luminarias</b>		
Espiral <sup>β</sup>	0.15	0.01
Espiral <sup>γ</sup>	0.22	0.02
Espiral <sup>ε</sup>	2.06	0.20
Espiral <sup>ζ</sup>	78.34	7.55
T8 de 2 tubos <sup>δ</sup>	488.43	47.07
T8 de 4 tubos <sup>δ</sup>	2.27	0.22
<b>AA</b>	276.43	26.64
<b>Total</b>	<b>1037.65</b>	<b>100</b>

Anexo 5. Flujo de efectivo para el escenario 2, aplicación de medidas de automatización del CK.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión Inicial</b>											
Instalación	-600			-600			-600			-600	
Temporizadores	-1,089										-1,089
Sensores de movimiento	-23,100										
<b>Ahorro</b>											
Temporizadores		31,953	33,104	34,295	35,530	36,809	38,134	39,507	40,929	42,403	43,929
Sensores de movimiento		8,254	8,551	8,859	9,178	9,509	9,851	10,206	10,573	10,954	11,348
FNE	-24,789	40,208	41,655	43,155	44,708	46,318	47,985	49,713	51,502	53,356	54,188
Tasa 12%	12%										
VAN	209,228										
TIR	166%										

Anexo 6. Flujo de efectivo para el escenario 3, cambio de equipos actuales del CK.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión Inicial</b>											
Instalación	-600			-600			-600				-600
AA Energy Star	-14,400					-14,400					
Philips Master TL-D Eco de 16W	-2,640										
Calentadores solares	-47,500										-47,500
<b>Ahorro</b>											
AA Energy Star		16,275	16,861	17,468	18,097	18,748	19,423	20,122	20,847	21,597	22,375
Philips Master TL-D Eco de 16W		47,928	49,654	51,441	53,293	55,211	57,199	59,258	61,392	63,602	65,891
Calentadores solares		25,742	26,669	27,629	28,624	29,654	30,722	31,828	32,973	34,160	35,390
FNE	-65,140	64,203	66,514	68,909	71,389	59,559	76,622	79,380	82,238	85,199	40,766
Tasa 12%	12%										
VAN	262,712										
TIR	101%										

Anexo 7. Flujo de efectivo para el estado actual del CK.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión Inicial</b>											
Calentador	-31,900										-31,900
Luminarias	-1,452		-1,452				-1,452		-1,452		
AA	-5,950										
FNE	-39,302	0	0	-1,452	0	0	-1,452	0	0	-1,452	-31,900
Tasa	12%										
VAN 12%	-57,815.69										
TIR	-15%										

Anexo 8. Ahorro proyectado del escenario1.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ahorro</b>											
AA a 22°	4339.1974										
Apagado de AA media hora antes	404										
Apagado de luminarias en la madrugada	15,977										
FNE	20,720	21,466	22,239	23,040	23,869	24,728	25,618	26,541	27,496	28,486	29,512
Tasa 12%	12%										
VAN	179,799.30										
TIR	Infinita										